



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 141599

RANCANGAN JARINGAN 10G UNTUK BACKBONE INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

Fauzan Zulfikar Faris
NRP 2211 100 124

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 141599

10G NETWORK DESIGN FOR SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS) BACKBONE

Fauzan Zulfikar Faris
NRP 2211100124

Supervisors

Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA.

Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.

DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

**RANCANGAN JARINGAN 10G UNTUK BACKBONE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
(ITS)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
NIP. 195904281986011

Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.
NIP. 197903252003121001



Rancang Bangun Jaringan 10G Untuk Backbone Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Nama : Fauzan Zulfikar Faris
Pembimbing : (1) Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA.
(2) Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.

ABSTRAK

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Surabaya dengan jumlah mahasiswa lebih dari 20.000 orang. Dari jumlah tersebut tentunya Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) harus mengakomodir seluruh kebutuhan trafik dalam bentuk memberikan fasilitas yang prima terhadap seluruh civitas akademika kampus yang dalam hal ini adalah fasilitas layanan internet yang didukung oleh infrastruktur TI yang handal. Hal ini jelas menjadi sebuah kewajiban dari pihak kampus dalam memberikan fasilitas terhadap civitas akademika

Dari hasil monitoring peak trafik yang dilakukan pada seluruh titik kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menghasilkan data trafik yang tinggi. Hasil tersebut hampir menyentuh batas maksimum bandwidth yang disediakan saat ini yakni 73% dari maksimum bandwidth yang tersedia. ditambah dengan adanya data dari pengguna gadget dalam bentuk handphone dan tablet yang sebagian besar masih belum menggunakan fasilitas internet kampus sebagai sumber internetnya. Sebagian besar dari pengguna gadget tersebut lebih memilih untuk memakai akses data internet dari provider masing-masing. Tentunya Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) harusnya dapat mengakomodir seluruh kebutuhan trafik yang ada pada seluruh civitas akademika termasuk trafik dari pengguna gadget seperti handphone dan tablet.

Untuk mengakomodir seluruh trafik dalam rangka menunjang kegiatan akademik maupun non akademik maka dibutuhkan fasilitas internet yang memiliki keunggulan dalam kapasitas bandwidth yang ada. Dalam tugas akhir ini dirancang suatu jaringan internet kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang dapat mengakomodir seluruh kebutuhan trafik yang ada termasuk dari pengguna gadget. Jaringan internet kampus yang baru ini memiliki keunggulan rate transmisi 10Gbps. Tentunya pada rancangan ini perangkat-perangkat yang digunakan merupakan perangkat yang memiliki kemampuan rate transmisi 10G. Rancangan jaringan 10G ini diharapkan dapat menunjang seluruh kebutuhan trafik dari civitas akademika kampus.

Kata Kunci: jaringan backbone, jaringan ITS, internet kampus, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)



10G NETWORK DESIGN FOR SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS) BACKBONE

Nama : Fauzan Zulfikar Faris
Pembimbing : (1) Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA.
(2) Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.

ABSTRACT

Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) is one of the universities in Surabaya city, the number of students more than 20,000 people. Sure that Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) should accommodate all the traffic needs in the form of providing excellent facilities for the entire academic campus. This facilities of the internet service have to supported by a reliable IT infrastructure . This obviously becomes an obligation of the college in providing facilities to the academic community

Of peak traffic monitoring is done on the whole point of the Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) generates high traffic data. These results are almost touching the maximum bandwidth available today that 73 % of the available bandwidth maksimum. Coupled with the absence of data from users of the gadget in the form of mobile phones and tablets that are still largely using the internet facility as a source of its Internet campus . Most of these gadgets users prefer to use the Internet data access from each provider. Surely Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) should be able to accommodate all the needs of existing traffic on the entire academic community include traffic from users of gadgets such as mobile phones and tablets

To accommodate all the traffic in order to support the academic and non-academic activities are needed internet facility which has the advantage of existing bandwidth capacity. In this final project designed a campus Internet network Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) which can accommodate all the needs of traffic there , including from users of the gadget . The new campus Internet network has the advantage 10Gbps transmission rate . Certainly this design devices that use a device that has the ability to 10G transmission rate . The design of 10G network is expected to support all the traffic needs of the academic community college.

Key words: *backbone network, ITS network, campus internet, Sepuluh Nopember Institute of Technology.*



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu persyaratan akademis yang harus ditempuh untuk menyelesaikan program studi *Strata-I* di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang berjudul:

Rancangan Jaringan 10G untuk Backbone Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama (Hanum Ariefiana), Ayah (Eko Budi Wahyono), dan Adik-adik penulis (Faizal Ramadhan Putra, Fachri Haikal Apriansyah, dan Ika Lutfiana), yang telah memberikan banyak sekali doa, bantuan, dan dukungan material dan moral.
2. Bapak Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA. dan Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu dosen bidang studi Telekomunikasi Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas segala ilmu dan bimbingan selama menempuh kuliah di jurusan ini.
4. Tim PUSKOM ITS (Pak Wicak, Mas Anta, dll) yang telah memberikan arahan dan ilmu tentang jaringan ITS kepada penulis.
5. Teman-teman Lab B301, AJ404, TMM, Elektro Reguler 2011 dan Lintas Jalur 2013 yang banyak sekali membantu dalam hal motivasi dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Besar harapan penulis bahwa buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan warga Teknik Telekomunikasi Multimedia khususnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Surabaya, November 2015

(Penulis)



DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	v
Halaman Pengesahan.....	vii
Abstrak.....	ix
<i>Abstract</i>	xi
Kata Pengantar.....	xiii
Daftar Isi.....	xv
Daftar Gambar.....	xix
Daftar Tabel	xxiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Laporan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan.....	7
2.2 Jaringan Komputer.....	7
2.2.1 Topologi Jaringan Komputer.....	8
2.2.1.1 Topologi Bus.....	8
2.2.1.2 Topologi Ring.....	9
2.2.1.3 Topologi Star.....	9
2.2.1.4 Topologi Mesh.....	10
2.2.1.5 Topologi Tree.....	11
2.2.2 Jaringan Komputer Berdasarkan Luas Area.....	12
2.2.2.1 <i>Local Area Network (LAN)</i>	12
2.2.2.2 <i>Metropolitan Area Network (LAN)</i>	13
2.2.2.3 <i>Wide Area Network (LAN)</i>	13
2.3 Perangkat Penunjang Jaringan Komputer.....	14
2.3.1 Router.....	14
2.3.2 Switch.....	15

2.3.2.1 Core Switch.....	15
2.3.2.2 Distribution Switch.....	16
2.3.2.2 Access Switch.....	16
2.4 Routing Protocol.....	16
2.4.1 Static Routing Protocol	16
2.4.2 Dynamic Routing Protocol	17
2.2.4.1 Routing Information Protocol (RIP).....	17
2.2.4.2 Border Gateway Protocol (BGP).....	17
2.2.4.3 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)..	18
2.2.4.4 Open Short Path First (OSPF).....	18
2.2.4.5 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP).....	18
2.5 Vendor-vendor Perangkat Jaringan Komputer.....	13
2.5.1 Cisco.....	19
2.5.2 Huawei	20
2.5.3 ZTE.....	20
2.5.4 Ericsson.....	21
2.6 Parameter-parameter Pada Jaringan Komputer.....	22
2.6.1 Trafik Jaringan.....	22
2.6.2 Bandwidth Jaringan.....	22
2.6.3 Throughput.....	22
2.6.4 Packet Loss.....	22
2.6.5 Jitter.....	23
2.7 Software Jaringan Komputer.....	23
2.7.1 Cacti.....	23
2.7.2 Sangfor.....	24
2.7.3 Microsoft Visio.....	24
2.7.4 Jperf.....	25

BAB III ANALISIS TRAFIK DAN PERANCANGAN JARINGAN 10G

3.1 Prosedur Pelaksanaan Perancangan Jaringan 10G	27
3.2 Spesifikasi Jaringan 10G.....	28
3.3 Kondisi Jaringan <i>Backbone</i>	30
3.3.1 Kondisi Trafik Pada Jaringan Backbone.....	31
3.4 Kondisi Jaringan Akses	33
3.4.1 Kondisi Trafik Pada Access Switch	33

3.5 Analisis Trafik Pada Jaringan <i>Existing</i>	35
3.6 Estimasi Trafik Jaringan Baru	36
3.7 Perancangan Arsitektur Jaringan.....	42

BAB IV ANALISIS ARSITEKTUR JARINGAN DAN PERBANDINGAN PERANGKAT

4.1 Analisis Arsitektur Jaringan	45
4.1.1 Analisis Konfigurasi Perangkat	46
4.2 Analisis Spesifikasi Perangkat	50
4.2.1 Perbandingan Spesifikasi Perangkat.....	50
4.2.2 Analisis Keseluruhan Spesifikasi Perangkat.....	51
4.3 Analisis Biaya Perangkat.....	52
4.3.1 Biaya Produksi Perangkat.....	52
4.3.2 Analisis Total Biaya Produksi Dan Maintenance.....	53
4.4 Analisis Performansi Perangkat.....	54
4.4.1 Pengukuran Performansi Core switch.....	54
4.4.2 Analisis Performansi <i>Core switch</i>	56
4.5 Pengukuran Performansi <i>Core switch</i>	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
-----------------------------	----

LAMPIRAN	63
-----------------------	----

DAFTAR RIWAYAT PENULIS	87
-------------------------------------	----



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

TABLE OF CONTENTS

	Page
Cover	i
Declaration of Authenticity.....	v
Ratification.....	vii
Abstract in Indonesian.....	ix
Abstract in English.....	xi
Preface.....	xiii
Table of Contents.....	xv
List of Pictures.....	xix
List of Tables.....	xxiii

CHAPTER I INTRODUCTION

1.1 Background of the Problem.....	1
1.2 Questions of Research	2
1.3 Scope of Problem	2
1.4 Purpose of Research	3
1.5 Methodology of Research	3
1.6 Systematics of Report	4

CHAPTER II THEORITICAL FOUNDATION

2.1 Pendahuluan.....	7
2.2 Computer Network.....	7
2.2.1 Computer Network Topology.....	8
2.2.1.1 Bus Topology.....	8
2.2.1.2 Ring Topology.....	9
2.2.1.3 Star Topology.....	9
2.2.1.4 Mesh Topology.....	10
2.2.1.5 Tree Topology.....	11
2.2.2 Computer Network by Area.....	12
2.2.2.1 Local Area Network (LAN).....	12
2.2.2.2 Metropolitan Area Network (LAN).....	13
2.2.2.3 Wide Area Network (LAN).....	13
2.3 Computer Network Supporting Tools.....	14
2.3.1 Router.....	14
2.3.2 Switch.....	15
2.3.2.1 Core Switch.....	15

2.3.2.2 Distribution Switch.....	16
2.3.2.2 Access Switch.....	16
2.4 Routing Protocol.....	16
2.4.1 Static Routing Protocol	16
2.4.2 Dynamic Routing Protocol	17
2.2.4.1 Routing Information Protocol (RIP).....	17
2.2.4.2 Border Gateway Protocol (BGP).....	17
2.2.4.3 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)..	18
2.2.4.4 Open Short Path First (OSPF).....	18
2.2.4.5 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP).....	18
2.5 Computer Network Vendors.....	13
2.5.1 Cisco.....	19
2.5.2 Huawei	20
2.5.3 ZTE.....	20
2.5.4 Ericsson.....	21
2.6 Computer Network Parameters.....	22
2.6.1 Trafik Jaringan.....	22
2.6.2 Bandwidth Jaringan.....	22
2.6.3 Throughput.....	22
2.6.4 Packet Loss.....	22
2.6.5 Jitter.....	23
2.7 Computer Network Software.....	23
2.7.1 Cacti.....	23
2.7.2 Sangfor.....	24
2.7.3 Microsoft Visio.....	24
2.7.4 Jperf.....	25

CHAPTER III TRAFFIC ANALYSIS AND 10G NETWORK PLANNING

3.1 Procedure of 10G Network Planning.....	27
3.2 10G Network Specification.....	28
3.3 Backbone Network Condition.....	30
3.3.1 Traffic Condition in Backbone Network.....	31
3.4 Access Network Condition.....	33
3.4.1 Traffic Condition on Access Switch.....	33
3.5 Traffic Analysis on Existing Network.....	35
3.6 Traffic Estimation on New Network.....	36

3.7 Network Architecture Design.....	42
--------------------------------------	----

CHAPTER IV ANALYSIS OF NETWORK

ARCHITECTURE AND HARDWARE COMPARATION

4.1 Network Architecture Analysis.....	45
4.2 Hardware Specification Analysis.....	50
4.2.1 Hardware Specificate Comparation Analysis.....	50
4.2.2 Full Analysis of Hardware Specification.....	51
4.3 Hardware Cost Analysis.....	52
4.3.1 Hardware Cost Production.....	52
4.3.2 Analysis of Total Cost Production and Maintenance.	53
4.4 Analysis of Hardware Performance.....	54
4.4.1 Core switch Performance Measurement.....	54
4.4.2 Core Switch Performance Analysis.....	56
4.5 Core Sawitch Performance Measurement.....	57

CHAPTER V CONCLUSION AND SUGGESTION

5.1 Conclusions.....	59
5.2 Suggestions.....	60

BIBLIOGRAPHY	61
---------------------------	----

ATTACHMENTS	63
--------------------------	----

BIOGRAPHY	87
------------------------	----



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jaringan Komputer Secara Umum	8
Gambar 2.2 Topologi Bus	8
Gambar 2.3 Topologi Ring.....	9
Gambar 2.4 Topologi Star.....	10
Gambar 2.5 Topologi Mesh.....	11
Gambar 2.6 Topologi Tree.....	11
Gambar 2.7 Jaringan Komputer LAN	12
Gambar 2.8 Jaringan Komputer MAN.....	13
Gambar 2.9 Jaringan Komputer WAN	14
Gambar 2.10 Tampilan pada <i>Software</i> Cacti	23
Gambar 2.11 Tampilan pada <i>Software</i> Sangfor.....	24
Gambar 2.12 Tampilan pada <i>Software</i> Visio.....	24
Gambar 2.13 Tampilan pada <i>Software</i> Jperf.....	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Perancangan Jaringan 10G.....	29
Gambar 3.2 Topologi Jaringan <i>Existing</i> ITS	30
Gambar 3.3 Trafik <i>Core switch</i> 1 Tahun Terakhir	31
Gambar 3.4 Trafik <i>Distribution switch</i> Arsitektur 2 Tahun Terakhir	32
Gambar 3.5 Trafik <i>Access switch</i> Arsitektur 2 Tahun Terakhir	33
Gambar 3.6 Tampilan <i>Display</i> Sangfor IAM.....	36
Gambar 3.7 Tampilan <i>Display</i> Sangfor IAM.....	37
Gambar 3.8 Tampilan <i>Display</i> Sangfor IAM.....	37
Gambar 3.9 Tampilan <i>Resource Monitor</i> Youtube HD.....	38
Gambar 3.10 Tampilan <i>Resource Monitor</i> Video Call.....	39
Gambar 3.11 Tampilan <i>Resource Monitor</i> Youtube240p.....	39
Gambar 3.12 Tampilan <i>Resource Monitor</i> Facebook.....	40
Gambar 3.13 Tampilan <i>Resource Monitor</i> Gmail.....	40
Gambar 3.14 Prosentase Pengguna Gadget yang terhubung jaringan ITS.....	42
Gambar 3.15 Rancangan Jaringan 10G.....	44
Gambar 4.1 Konfigurasi <i>Switch</i> Menjadi Perangkat Layer 3	46
Gambar 4.2 Konfigurasi <i>Core Switch</i>	47
Gambar 4.3 Konfigurasi DS FTI ke Core Switch.....	48

Gambar 4.4	Konfigurasi DS FTI ke AS Elektro.....	48
Gambar 4.5	Konfigurasi AS Elektro ke DS FTI.....	49
Gambar 4.6	Pengelompokan Area OSPF Pada Jaringan ITS	49
Gambar 6.1	Trafik <i>Distribution switch</i> S1 dan D3 2 Tahun Terakhir.....	75
Gambar 6.2	Trafik <i>Distribution switch</i> Rektorat 2 Tahun Terakhir.....	75
Gambar 6.3	Trafik <i>Distribution switch</i> Informatika 2 Tahun Terakhir.....	76
Gambar 6.4	Trafik <i>Distribution switch</i> FTK 2 Tahun Terakhir	76
Gambar 6.5	Trafik <i>Distribution switch</i> Arsitektur 2 Tahun Terakhir.....	76
Gambar 6.6	Trafik <i>Access switch</i> PWK 2 Tahun Terakhir.....	77
Gambar 6.7	Trafik <i>Access switch</i> Geomatika 2 Tahun Terakhir.....	77
Gambar 6.8	Trafik <i>Access switch</i> Sipil 2 Tahun Terakhir.....	77
Gambar 6.9	Trafik <i>Access switch</i> Lingkungan 2 Tahun Terakhir	78
Gambar 6.10	Trafik <i>Access switch</i> Kelautan 2 Tahun Terakhir	78
Gambar 6.11	Trafik <i>Access switch</i> Siskal 2 Tahun Terakhir....	78
Gambar 6.12	Trafik <i>Access switch</i> Perkapalan 2 Tahun Terakhir.....	79
Gambar 6.13	Trafik <i>Access switch</i> Informatika 2 Tahun Terakhir.....	79
Gambar 6.14	Trafik <i>Access switch</i> Robotika 2 Tahun Terakhir	79
Gambar 6.15	Trafik <i>Access switch</i> Despro 2 Tahun Terakhir...	80
Gambar 6.16	Trafik <i>Access switch</i> Pasca sarjana 2 Tahun Terakhir.....	80
Gambar 6.17	Trafik <i>Access switch</i> Lantai 6, 2 Tahun Terakhir.....	80
Gambar 6.18	Trafik <i>Access switch</i> Mesin 2 Tahun Terakhir...	81
Gambar 6.19	Trafik <i>Access switch</i> Teknik Fisika 2 Tahun Terakhir.....	81
Gambar 6.20	Trafik <i>Access switch</i> Teknik Kimia 2 Tahun Terakhir.....	81
Gambar 6.21	Trafik <i>Access switch</i> Material 2 Tahun Terakhir	82

Gambar 6.22 Trafik <i>Access switch</i> RC 2 Tahun Terakhir.....	82
Gambar 6.23 Trafik <i>Access switch</i> Puskom 2 Tahun Terakhir..	82
Gambar 6.24 Trafik <i>Access switch</i> Rektorat 2 Tahun Terakhir.	83
Gambar 6.25 Trafik <i>Access switch</i> UPT Bahasa 2 Tahun Terakhir.....	83
Gambar 6.26 Trafik <i>Access switch</i> Industri 2 Tahun Terakhir	83
Gambar 6.27 Trafik <i>Access switch</i> Graha 2 Tahun Terakhir....	84
Gambar 6.28 Trafik <i>Access switch</i> S1 dan D3 2 Tahun.....	84
Gambar 6.29 Trafik <i>Access switch</i> Medical Center 2 Tahun Terakhir.....	84
Gambar 6.30 Trafik <i>Access switch</i> Statistika 2 Tahun Terakhir.....	85
Gambar 6.31 Trafik <i>Access switch</i> Biologi 2 Tahun Terakhir..	85
Gambar 6.32 Trafik <i>Access switch</i> Fazor 2 Tahun Terakhir.....	85
Gambar 6.33 Trafik <i>Access switch</i> Asrama 2 Tahun Terakhir.	86
Gambar 6.34 Trafik <i>Access switch</i> Fisika 2 Tahun Terakhir....	86
Gambar 6.35 Trafik <i>Access switch</i> Matematika 2 Tahun Terakhir.....	86



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan antara LAN, MAN, dan WAN.....	5
Tabel 3.1 Peak Trafik Masing-masing Access Switch.....	34
Tabel 3.2 Data <i>Peak</i> trafik 31 switch access per <i>distribution switch</i> di jaringan ITS.....	35
Tabel 3.3 Klasifikasi 5 TingkatanTrafik.....	38
Tabel 3.4 Klasifikasi Penyebaran Trafik.....	41
Tabel 3.5 Distribusi Trafik Jaringan.....	43
Tabel 4.1 Jumlah dan Kemampuan Transmisi 10G Perangkat.	45
Tabel 4.2 Perbandingan Spesifikasi <i>Core Switch</i>	50
Tabel 4.3 Perbandingan Spesifikasi <i>Distribution Switch</i>	51
Tabel 4.4 Perbandingan Spesifikasi <i>Access Switch</i>	51
Tabel 4.5 Perbandingan Biaya <i>Core Switch</i>	52
Tabel 4.6 Perbandingan Biaya <i>Distribution Switch</i>	53
Tabel 4.7 Perbandingan Biaya <i>Access Switch</i>	53
Tabel 4.8 Perbandingan Biaya Total.....	54
Tabel 4.9 Hasil Performansi <i>Core Switch</i> Cisco (1).....	55
Tabel 4.10Hasil Performansi <i>Core Switch</i> Cisco (2).....	55
Tabel 4.11Hasil Performansi <i>Core Switch</i> Huawei (1).....	55
Tabel 4.12Hasil Performansi <i>Core Switch</i> Cisco (2).....	56
Tabel 4.13Perbandingan Performansi CS Huawei – Cisco (1)..	56
Tabel 4.14Perbandingan Performansi CS Huawei – Cisco (1)..	57



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Surabaya yang memiliki jumlah mahasiswa lebih dari 20.000 orang. Untuk memenuhi kebutuhan akademik maupun non akademik, setiap mahasiswa pasti akan memanfaatkan fasilitas internet yang terdapat di kampus. Ditambah dengan banyaknya civitas akademika non mahasiswa seperti para dosen dan karyawan yang juga membutuhkan koneksi jaringan internet Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai katalis dalam sistem akademik mahasiswa itu sendiri. Seiring bertambahnya waktu, kebutuhan akses informasi yang dilakukan oleh civitas akademika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) melalui internet akan semakin tinggi karena sistem akademik yang sekarang sudah terintegrasi langsung secara *online* seperti kegiatan belajar mengajar, *input* mata kuliah, pengumpulan tugas via *email*, dan lain-lain. Dalam hal ini, jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai jaringan *backbone* penyedia layanan akses internet di kampus.

Jaringan *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menggunakan perangkat cisco yang telah beroperasi hampir 8 tahun dengan biaya perangkat, operasional, dan perawatan yang tinggi. Selain itu, jaringan *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) hanya dapat mengakomodir trafik maksimal 1Gbps. Topologi jaringan yang mencakup kawasan kampus secara keseluruhan sehingga dibutuhkan perangkat *stakeholder* jaringan yang cukup banyak pula. Maka dari itu, dibutuhkan suatu perangkat yang memiliki biaya, operasi, dan perawatan yang lebih rendah namun tetap dapat kompetitif dari segi performansi dari perangkat pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) saat ini.

Sebagai upaya untuk meningkatkan performansi perangkat dalam jaringan kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) maka pada tugas akhir ini dilakukan perancangan jaringan kampus dengan menggunakan perangkat yang memiliki spesifikasi lebih tinggi serta memiliki kemampuan transmisi data 10 gigabit namun memiliki biaya pengadaan dan perawatan yang lebih rendah.

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan perangkat Huawei dimana perangkat ini memiliki biaya perangkat, operasi, dan perawatan yang jauh lebih rendah daripada perangkat cisco. Perangkat-perangkat utama yang penulis gunakan diantaranya adalah *core switch*, *distribution switch*, dan *access switch*. *Core switch* sebagai layer pertama, *distribution switch* sebagai layer kedua, dan *access switch* sebagai layer ketiga. Fungsi *core switch* adalah sebagai *network switch* yang menggabungkan beberapa *device network switch* menjadi satu kesatuan (*integrated network*). *Distribution switch* berfungsi sebagai penghubung antara *core switch* dan *access switch*. *Access switch* berfungsi sebagai penghubung antara *network* dengan *access point* atau komputer *end user*. Selain dari segi biaya, akan dianalisis pula dari segi performansi jaringan (*throughput*, *packet loss*, dan *jitter*) yang dirancang. Diharapkan dengan adanya tugas akhir ini, jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) akan menjadi lebih efisien dengan kebutuhan biaya operasi dan perawatan yang rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, rumusan masalahnya antara lain:

1. Bagaimana analisis trafik untuk kepentingan rancang bangun jaringan 10G untuk *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)?.
2. Bagaimana perbandingan spesifikasi perangkat *existing* dengan perangkat baru yang akan dirancang pada jaringan *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)?.
3. Bagaimana arsitektur rancangan jaringan *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang *support* 10G?.
4. Bagaimana perbandingan performansi dan biaya produksi dari kedua perangkat yang berbeda vendor tersebut?.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

1. Perangkat yang digunakan adalah perangkat Huawei, sedangkan perangkat *existing* pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) menggunakan perangkat CISCO.
2. *Software* yang digunakan untuk melakukan analisis trafik adalah *Cacti* dan *Sangfor*.

3. *Software* yang digunakan untuk menggambar arsitektur jaringan adalah *Microsoft Visio*.
4. *Software* yang digunakan untuk analisis kinerja perangkat adalah *jperf*.
5. Perbandingan performansi perangkat yang diukur hanya pada perangkat core switch.
6. Kriteria performansi perangkat yang akan dievaluasi adalah *throughput*, *packet loss*, dan *jitter*.
7. Perangkat yang akan dianalisis adalah sebagai berikut.
 - *Core Switch existing* = Cisco 6509
 - *Distribution Switch existing* = Cisco 4900
 - *Access Switch existing* = Cisco 3560
 - *Core Switch baru* = Huawei S12708
 - *Distribution Switch baru* = Huawei S5710
 - *Access Switch baru* = Huawei S5700
8. Perancangan jaringan yang dilakukan hanya dalam lingkup kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dan manfaat dari Tugas Akhir ini adalah untuk memberikan rekomendasi terlaksananya jaringan *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang memiliki kemampuan transmisi data 10G dengan biaya dan performansi yang lebih unggul daripada jaringan *existing* pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan perangkat lunak simulasi
Setelah mempelajari teori-teori yang dibutuhkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini melalui berbagai referensi baik buku-buku maupun jurnal-jurnal yang terkait dan juga melakukan penelitian tentang perangkat yang akan dirancang maka dilakukan persiapan perangkat lunak dengan menggunakan *software Cacti*, *Sangfor*, *Microsoft Visio*, dan *Jperf*.

2. Perancangan jaringan

Dalam merancang jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) digunakan analisis trafik dan digambarkan dengan *software Microsoft Visio* sampai didapatkan arsitektur jaringan dengan *backbone* yang *support* 10G. Apabila terjadi ketidaksesuaian dengan trafik yang ada maka akan dilakukan modifikasi seperlunya.

3. Analisis

Setelah perangkat baru di rancang, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis berdasarkan hasil rancangan untuk menentukan perbandingan kinerja dan biaya dalam sistem jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

4. Penyusunan Laporan Penelitian

Melakukan penyusunan laporan hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan sehingga didapatkan kesimpulan dari penelitian.

1.6 Sistematika Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dibagi dalam beberapa bab, dengan perincian sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan penjelasan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika laporan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini membahas secara singkat dan jelas teori-teori yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir.

Bab III Analisis Trafik dan Perancangan Jaringan 10G

Dalam bab ini membahas tentang tahap-tahap perancangan jaringan 10G pada *backbone* Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sesuai dengan analisis data trafik yang ada pada *software Cacti* dan *Sangfor*.

Bab IV Analisis Arsitektur Jaringan dan Perbandingan Perangkat

Dalam bab ini membahas tentang analisis konsep arsitektur jaringan 10G yang telah dirancang dan

pembahasan parameter-parameter perbandingan kinerja serta biaya perangkat pada jaringan kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang berorientasi pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan pokok dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan dari penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Kebutuhan akan informasi yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu akan senantiasa selaras dengan perkembangan teknologi khususnya di bidang telekomunikasi. Akses internet sudah menjadi sebuah kebutuhan pokok bagi masyarakat karena internet bagi masyarakat akan bisa mendapatkan berbagai informasi secara luas dengan cepat. Perkembangan teknologi informasi yg diawali pada tahun 1999 yang dikenal dengan R99 sampai pada saat sekarang yang dikenal dengan nama R9 dengan prinsip *Long Term Evolution* (LTE) yang memiliki kecepatan akses sampai 100Mbps. Tentunya akses informasi melalui internet harus diawali dengan membangun infrastruktur jaringan terlebih dahulu.

2.2 Jaringan Komputer

Jaringan Komputer merupakan suatu sistem yang memiliki suatu cara atau konsep untuk menghubungkan beberapa atau banyak komputer sekaligus menjadi suatu jaringan yang saling terkoneksi dan memiliki akses internet didalamnya. Pada jaringan komputer terdapat satu atau beberapa *device* seperti PC, laptop, ataupun *handphone* yang bisa digunakan oleh *user* untuk perantara dalam mengakses suatu informasi intranet yang saling terhubung satu sama lain maupun informasi melalui internet yang terhubung melalui jaringan internet yang telah ada seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Komponen yang wajib ada dalam jaringan komputer selain *device* adalah media yang dapat menghubungkan komputer satu dengan yang lainnya. Media penghubung dalam jaringan komputer biasanya digunakan pada sebuah jaringan untuk menghubungkan komputer *server* dan *client*. Selain antar komputer, media juga berfungsi menghubungkan komputer dengan perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*). Media ini juga berperan sebagai penghantar akses internet yang disediakan dari *Internet Service Provider* (ISP) kepada *user* yang terhubung [2].

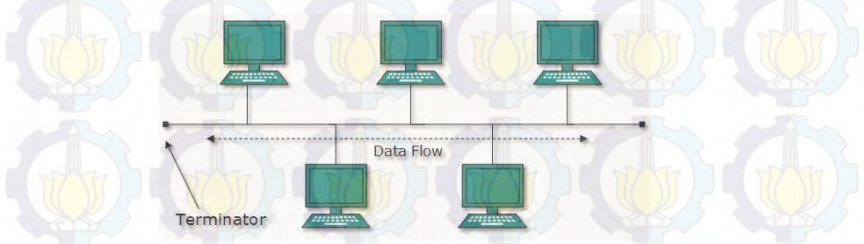


Gambar 2.1 Jaringan Komputer Secara Umum

2.2.1 Topologi Jaringan Komputer

2.2.1.1 Topologi Bus

Topologi bus merupakan topologi yang cukup sederhana dibanding topologi yang lainnya. Topologi ini biasanya digunakan pada instalasi jaringan berbasis *fiber optic*, kemudian digabungkan dengan topologi star untuk menghubungkan *client* atau *node*. Topologi bus hanya menggunakan sebuah kabel jenis *coaxial* disepanjang *node client* dan pada umumnya, ujung kabel *coaxial* tersebut biasanya diberikan T konektor sebagai kabel *end to end*. Topologi bus memiliki kelebihan yaitu biaya instalasi yang murah karena hanya menggunakan sedikit kabel, penambahan *client* atau *workstation* baru dapat dilakukan dengan mudah, dan topologi yang sangat sederhana dan mudah di aplikasikan. Namun topologi bus ini juga memiliki kelemahan yaitu salah satu kabel pada topologi jaringan bus putus atau bermasalah, hal tersebut dapat mengganggu komputer *workstation* atau *client* yang lain, proses mengirim dan menerima data kurang efisien, biasanya sering terjadi tabrakan data pada topologi ini, dan topologi yang sulit dikembangkan.



Gambar 2.2 Topologi Bus

2.2.1.2 Topologi Ring

Topologi ring atau cincin merupakan salah satu topologi jaringan yang menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya dalam suatu rangkaian melingkar, mirip dengan cincin. Pada topologi ring setiap komputer di hubungkan dengan komputer lain dan seterusnya sampai kembali lagi ke komputer pertama, dan membentuk lingkaran sehingga disebut ring. Topologi ini berkomunikasi menggunakan data jaringan untuk mengontrol hak akses komputer yang berfungsi untuk menerima data, misalnya komputer 1 akan mengirim *file* ke komputer 4, maka data akan melewati komputer 2 dan 3 sampai di terima oleh komputer 4, jadi sebuah komputer akan melanjutkan pengiriman data jika yang dituju bukan IP *address* tujuan. Topologi ring memiliki kelebihan performa yang lebih baik dan biaya konfigurasi yang lebih rendah. Namun, kelemahannya adalah *troubleshooting* yang rumit dan jika ada salah satu koneksi putus maka koneksi yang lain juga akan ikut putus.

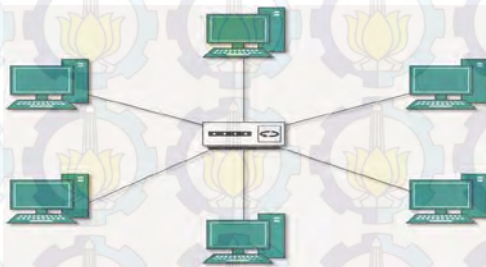


Gambar 2.3 Topologi Ring

2.2.1.3 Topologi Star

Topologi ini membentuk seperti bintang karena semua komputer di hubungkan ke sebuah *hub* atau *switch* dengan kabel UTP, sehingga *hub* atau *switch* merupakan pusat dari jaringan dan bertugas untuk mengontrol lalu lintas data. Jadi, jika komputer 1 ingin mengirim data ke komputer 4, data akan dikirim ke *switch* dan langsung di kirimkan ke komputer tujuan tanpa melewati komputer lain. Topologi jaringan komputer inilah yang paling banyak digunakan sekarang karena kelebihanannya lebih banyak. Topologi star memiliki kelebihan yaitu apabila salah satu komputer mengalami masalah, jaringan pada topologi ini tetap berjalan dan tidak mempengaruhi komputer yang lain, tingkat keamanan yang cukup

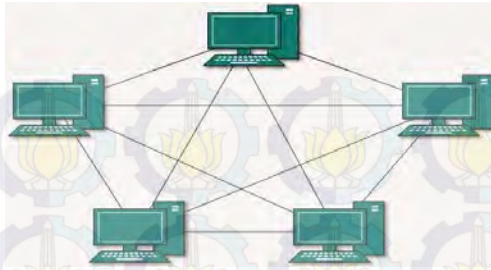
baik daripada topologi bus, dan kemudahan deteksi masalah cukup mudah jika terjadi kerusakan pada jaringan. Namun, ada beberapa kelemahan dari topologi star yaitu jika *hub* atau *switch* sebagai titik pusat mengalami masalah maka seluruh komputer yang terhubung pada topologi ini juga mengalami masalah, cukup membutuhkan banyak kabel yang mengakibatkan biaya yang dikeluarkan cukup mahal, dan jaringan sangat tergantung pada terminal pusat.



Gambar 2.4 Topologi Star

2.2.1.4 Topologi Mesh

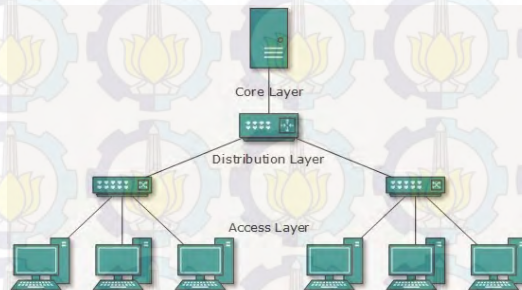
Topologi mesh merupakan bentuk topologi yang sangat cocok dalam hal pemilihan rute yang banyak. Hal tersebut berfungsi sebagai jalur *backup* pada saat jalur lain mengalami masalah. Pada topologi ini setiap komputer akan terhubung dengan komputer lain dalam jaringannya menggunakan kabel tunggal, jadi proses pengiriman data akan langsung mencapai komputer tujuan tanpa melalui komputer lain ataupun *switch* atau *hub*. Topologi mesh memiliki kelebihan yaitu jalur pengiriman data yang digunakan sangat banyak, jadi tidak perlu khawatir akan adanya tabrakan data (*collision*), besar *bandwidth* yang cukup lebar, dan keamanan pada topologi ini bisa dibilang sangat baik. Namun, topologi mesh memiliki beberapa kelemahan yaitu proses instalasi jaringan pada topologi ini sangatlah rumit, membutuhkan banyak kabel, dan memakan biaya instalasi yang sangat mahal dikarenakan membutuhkan banyak kabel.



Gambar 2.5 Topologi Mesh

2.2.1.5 Topologi Tree

Topologi tree atau pohon merupakan topologi gabungan antara topologi star dan juga topologi bus. Topologi jaringan ini biasanya digunakan untuk interkoneksi antar sentral dengan hirarki yang berbeda-beda. Topologi tree memiliki kelebihan yaitu susunan data terpusat secara hirarki sehingga hal tersebut membuat manajemen data lebih baik dan mudah, dan mudah dikembangkan menjadi jaringan yang lebih luas lagi. Namun, topologi tree juga memiliki kelemahan yaitu apabila komputer yang menduduki tingkatan tertinggi mengalami masalah maka komputer yang terdapat dibawahnya juga ikut bermasalah, kinerja jaringan pada topologi ini terbilang lambat, dan menggunakan banyak kabel dan kabel terbawah merupakan pusat dari teknologi ini.

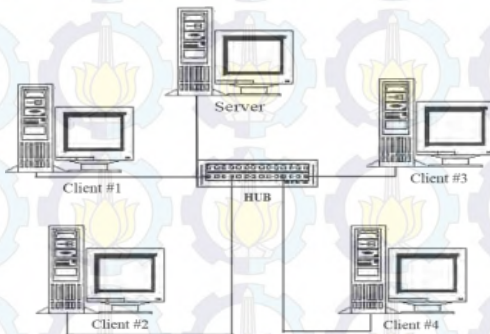


Gambar 2.6 Topologi Tree

2.2.2 Jaringan Komputer Berdasarkan Luas Area

2.2.2.1 Local Area Network (LAN)

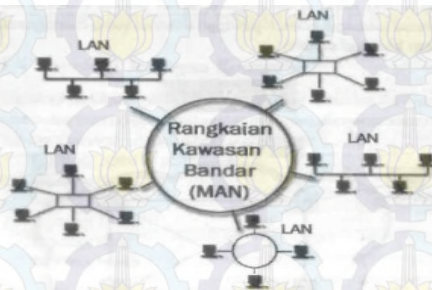
Jaringan komputer yang hanya mencakup wilayah kecil seperti jaringan computer kampus, warnet, gedung, kantor, dalam rumah, dan sekolah. Saat ini kebanyakan LAN berbasis pada teknologi IEEE 802.3 ethernet yang menggunakan perangkat *hub* atau *switch* yang mempunyai kecepatan transfer data 10, 100, atau 1000 Mbit/s [3]. Selain teknologi Ethernet saat ini, teknologi 802.11b (atau biasa disebut Wi-fi) juga sering digunakan untuk membentuk LAN. Tempat-tempat yang menyediakan koneksi LAN dengan teknologi Wi-fi biasa disebut *hotspot*. Biasanya LAN dengan teknologi Wi-fi sudah diterapkan ditempat-tempat seperti mal, cafe, dan kampus. Pada sebuah LAN, setiap *node* atau komputer mempunyai daya komputasi sendiri. Setiap komputer juga dapat mengakses sumber daya yang ada di LAN sesuai dengan hak akses yang telah diatur. Sumber daya tersebut dapat berupa data atau perangkat seperti *printer* atau *scanner*. Pada LAN, seorang pengguna juga dapat berkomunikasi dengan pengguna yang lain dengan menggunakan aplikasi yang sesuai. Biasanya salah satu komputer di antara jaringan komputer itu akan digunakan menjadi *server* yang mengatur semua sistem di dalam jaringan tersebut. Dan jika *server* itu dihubungkan ke internet, semua komputer dalam jaringan LAN tersebut bisa ikut terhubung ke internet hanya dengan satu modem di *server* [16].



Gambar 2.7 Jaringan Komputer LAN

2.2.2.2 Metropolitan Area Network (MAN)

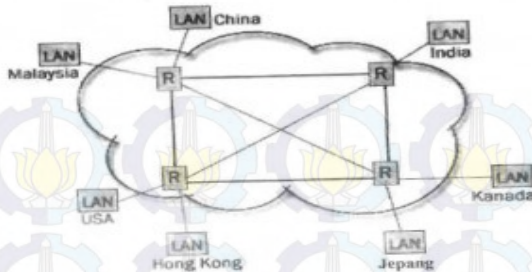
MAN biasanya meliputi area yang lebih besar dari LAN. Area yang digunakan adalah dalam sebuah negara. Dalam hal ini jaringan komputer menghubungkan beberapa buah jaringan-jaringan LAN ke dalam lingkungan area yang lebih besar, sebagai contoh yaitu jaringan pada bank (sistem *online* perbankan). Setiap bank tentunya memiliki kantor pusat dan kantor cabang. Di setiap kantor baik kantor cabang maupun kantor pusat tentunya memiliki LAN. Penggabungan LAN-LAN di setiap kantor ini akan membentuk sebuah MAN. MAN biasanya mampu menunjang data teks dan suara bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel atau gelombang radio. MAN memiliki kelebihan yaitu transaksi yang *real time* (data di *server* pusat diupdate saat itu juga, contoh ATM Bank untuk wilayah nasional). Namun, MAN juga memiliki kelemahan yaitu biaya operasional yang mahal dan susah dalam *troubleshooting* jika ada masalah pada jaringan.



Gambar 2.8 Jaringan Komputer MAN

2.2.2.3 Wide Area Network (WAN)

WAN adalah jaringan komputer dengan jangkauan area geografi yang paling luas, antar negara, antar benua bahkan keluar angkasa (sebagai contoh jaringan internet yang menggunakan sistem koneksi satelit). WAN memiliki kelebihan yaitu *pooling* data dan *update* data antar kantor dapat dilakukan setiap hari pada waktu yang ditentukan. Namun, WAN juga memiliki kelemahan yaitu biaya infrastruktur yang mahal dan rumit pada *troubleshooting* jaringan. Berikut merupakan perbedaan yang spesifik antara LAN, MAN, dan WAN yang dijelaskan pada tabel 3.1.



Gambar 2.9 Jaringan Komputer WAN

Tabel 2.1 Perbedaan antara LAN, MAN, dan WAN

Jaringan komputer	Panjang lintasan (km)	Aplikasi area
LAN	< 10	Kampus, warnet, kantor, dan lain-lain.
MAN	10 – 50	Sistem <i>online</i> bank
WAN	> 50	Jaringan antar negara

2.3 Perangkat Penunjang Jaringan Komputer

2.3.1 Router

Router merupakan perangkat keras jaringan komputer yang dapat digunakan untuk menghubungkan beberapa jaringan yang sama atau berbeda. *Router* adalah sebuah alat untuk mengirimkan paket data melalui jaringan atau internet untuk dapat menuju tujuannya, proses tersebut dinamakan *routing*. Proses *routing* itu sendiri terjadi pada lapisan 3 dari *stack* protokol tujuh lapis OSI. *Router* terkadang digunakan untuk mengoneksikan 2 buah jaringan yang menggunakan media berbeda, seperti halnya dari ethernet menuju ke *token ring*. *Router* memiliki fungsi utama untuk membagi atau mendistribusikan *IP address*, baik itu secara statis ataupun *Dynamic Host Configuration Proctol* (DHCP) kepada semua komputer yang terhubung ke *router* tersebut. Dengan adanya *IP address* yang unik yang dibagikan *router* tersebut kepada setiap komputer dapat memungkinkan setiap komputer untuk saling terhubung serta melakukan komunikasi, baik itu pada LAN atau internet. Pada saat ini, perangkat *router* sudah lebih canggih dan

modern untuk mendistribusikan *IP address* kepada setiap komputer pada suatu jaringan. Fungsi *router* tidak saja hanya dapat menghubungkan dengan sambungan kabel LAN, melainkan dapat dengan teknologi *wireless*. Dengan demikian, *router* pada saat ini dapat disambungkan pada setiap komputer, laptop, *gadget*, dan *smartphone* yang berada pada jangkauan *router* tersebut dengan cukup dengan memanfaatkan sebuah gelombang radio yang dipancarkan oleh *router*.

2.3.2 *Switch*

Switch merupakan perangkat jaringan yang berfungsi menghubungkan *hub* untuk membentuk jaringan yang lebih besar atau menghubungkan komputer-komputer yang membutuhkan *bandwith* yang besar. *Switch* merupakan perangkat keras jaringan yang hampir sama dengan *hub*, bedanya *switch* sedikit lebih pintar walaupun dengan harga sama atau sedikit lebih mahal. *Switch* bekerja dengan cara menerima paket data pada suatu *port* lalu melihat alamat MAC tujuan dan membagun sebuah koneksi logika dengan *port* yang terhubung dengan *node* perangkat tujuan sehingga *port-port* selain *port* yang dituju tidak akan menerima paket data yang dikirim dan mengurangi terjadinya tabrakan data (*collision*). Setiap perangkat yang tersambung ke *port* tertentu, MAC addressnya akan dicatat pada *MAC address table* yang disimpan di memori *cache switch*.

2.3.2.1 *Core Switch*

Core switch adalah *switch* yang bekerja pada *layer core* pada jaringan multilayer. *Layer Core* atau sering disebut lapisan inti merupakan tulang punggung jaringan. Pada suatu jaringan hirarki, *core switch* menempati *layer* teratas. *Core switch* bertanggung jawab atas lalu lintas dalam jaringan. Dalam lapisan ini data-data diteruskan secepatnya dengan menggunakan metode dan protokol jaringan tercepat (*high speed*), misalnya *fast ethernet* 100Mbps, *Gigabyte Ethetnet*, *FDDI* atau *ATM*. Dalam lapisan ini tidak boleh dilakukan penyaringan atau filter paket data karena memperlambat transmisi data dan tidak mendukung *workgroup*. Untuk toleransi kesalahan digunakan peralatan jalur ganda . Oleh sebab itu, *switch* dikonfigurasi dengan menggunakan *Spanning Tree Topology* dimana dapat diciptakan jalur ganda tanpa harus memiliki resiko

terjadi lingkaran jaringan. *Core switch* bertanggung jawab untuk mengirim trafik secara cepat dan handal.

2.3.2.2 Distribution Switch

Distribution switch berada pada *layer* distribusi pada jaringan multilayer. *Layer* distribusi atau sering disebut *layer* workgroup merupakan titik komunikasi antara *layer* akses dan *layer* inti. Fungsi utama *distribution switch* antara lain menyediakan *routing*, *filtering* dan untuk menentukan cara terbaik untuk menangani permintaan layanan dalam jaringan. Setelah *distribution switch* menentukan lintasan terbaik maka kemudian permintaan diteruskan ke *core switch*. *Core switch* dengan cepat meneruskan permintaan itu ke layanan yang benar. Penyaringan atau filter data dalam lapisan ini akan dilakukan untuk pembatasan berdasarkan *collison domain*, pembatasan dari *broadcast*, dan untuk keamanan jaringan. Pada *distribution switch* VLAN juga dibuat untuk menciptakan segmen-segmen logika. *Distribution switch* mendefinisikan daerah dimana manipulasi paket data (*packet manipulation*) dapat dilakukan.

2.3.2.3 Access Switch

Access switch berfungsi mengendalikan akses pengguna dengan *workgroup* ke sumber daya *internetwork*. Desain *access switch* diperlukan untuk menyediakan fasilitas akses ke jaringan. Fungsi utamanya adalah menjadi sarana bagi suatu titik yang ingin berhubungan dengan jaringan luar. Dalam *access switch* juga terjadi penyaringan atau *filtering* data yang lebih spesifik dilakukan untuk mencegah akses ke suatu komputer. Pada *access switch* terdapat akses jaringan untuk *user* atau *workgroup*. *Resource* yang paling dibutuhkan oleh *user* akan disediakan secara *local* oleh *access switch*. Teknologi seperti *ethernet switching* tampak pada *access switch*. *Access switch* juga menjadi tempat dilakukannya *routing* statis.

2.4 Routing Protocol

2.4.1 Static Routing Protocol

Static routing adalah *routing* yang dilakukan secara manual oleh administrator. Konfigurasi *static routing* memiliki kompleksitas yang bergantung pada jumlah *network* yang terhubung. Jika terjadi

pengubahan topologi maka konfigurasi pada *static routing* (*routing table*) harus ditambah, dikurangi atau bahkan harus diubah keseluruhan. *Static routing* biasa digunakan pada jaringan dengan skala menengah kebawah. *Static routing* menggunakan sumber daya yang sedikit, baik itu *processor*, memori, maupun *bandwidth*.

2.4.2 Dynamic Routing Protocol

2.4.2.1 Routing Information Protocol (RIP)

RIP menggunakan algoritma *distance vector* dalam sistem kerjanya. RIP merupakan routing protokol yang memberikan *routing table* berdasarkan *router* yang terhubung langsung. Kemudian *router* selanjutnya akan memberikan informasi *router* selanjutnya yang terhubung langsung dengan itu. Adapun informasi yang dipertukarkan oleh RIP yaitu *host*, *network*, subnet, dan rute default. *Update routing* pada RIP dilakukan secara *broadcast* setiap 30 detik. RIP menggunakan metode *Triggered Update*. RIP memiliki *timer* untuk mengetahui kapan *router* harus kembali memberikan informasi routing. Jika terjadi perubahan pada jaringan, sementara *timer* belum habis, *router* tetap harus mengirimkan informasi *routing* karena dipicu oleh perubahan tersebut (*triggered update*). Mengatur *routing* menggunakan RIP tidak rumit dan memberikan hasil yang cukup dapat diterima, terlebih jika jarang terjadi kegagalan *link* jaringan. RIP tidak memiliki informasi tentang subnet setiap route. RIP tidak mendukung *Variable Length Subnet Masking* (VLSM). Ketika pertama kali dijalankan hanya mengetahui cara *routing* ke dirinya sendiri (informasi lokal) dan tidak mengetahui topologi jaringan tempatnya berada.

2.4.2.2 Border Gateway Protocol (BGP)

BGP merupakan salah satu jenis *routing protocol* yang ada di dunia komunikasi data. Sebagai sebuah *routing protocol*, BGP memiliki kemampuan melakukan pengumpulan rute, pertukaran rute dan menentukan rute terbaik menuju ke sebuah lokasi dalam jaringan. *Routing protocol* juga pasti dilengkapi dengan algoritma yang pintar dalam mencari jalan terbaik. Namun, yang membedakan BGP dengan *routing protocol* lain seperti misalnya OSPF dan IS-IS ialah BGP termasuk dalam kategori *routing protocol* jenis *Exterior Gateway Protocol* (EGP). BGP merupakan *distance vector exterior gateway protocol* yang bekerja secara cerdas untuk merawat *path*-

path ke jaringan lainnya. *Update-update* dikirim melalui koneksi TCP. BGP digunakan untuk merutekan trafik internet antar *autonomous system*.

2.4.2.3 Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)

IGRP adalah sebuah *routing protocol* berpemilik yang dikembangkan pada pertengahan tahun 1980-an oleh cisco Systems, Inc. Tujuan utama dalam menciptakan IGRP adalah untuk menyediakan protokol yang kuat untuk *routing* dalam sistem otonomi (AS). IGRP memiliki hop maksimum 255, tetapi defaultnya adalah 100. IGRP menggunakan *bandwidth* dan secara default menentukan rute terbaik dalam sebuah *internetwork* (*Composite Metrik*). Pada IGRP ini *routing* dilakukan secara matematik berdasarkan jarak. Untuk itu, IGRP sudah mempertimbangkan hal berikut sebelum mengambil keputusan jalur mana yang akan ditempuh. Adapun hal yang harus diperhatikan yaitu *load*, *delay*, *bandwidth*, dan *realibility*.

2.4.2.4 Open Short Path First (OSPF)

OSPF adalah sebuah protokol standar terbuka yang telah dimplementasikan oleh sejumlah vendor jaringan. Jika tersedia banyak *router* dan tidak semuanya adalah cisco maka Anda tidak dapat menggunakan EIGRP, jadi pilihannya RIP atau OSPF. Jika sistem jaringannya adalah jaringan besar maka pilihan satu-satunya hanya OSPF. Jika ingin berhubungan dengan *router* cisco harus memakai prinsip *route redistribution* yaitu sebuah layanan penerjemah antar *routing protocol*. OSPF bekerja dengan sebuah algoritma yang disebut Algoritma Dijkstra. Pertama sebuah pohon jalur terpendek (*Shortest Path Tree*) akan dibangun, dan kemudian *routing table* akan diisi dengan jalur-jalur terbaik yang dihasilkan dari pohon tersebut. OSPF hanya mendukung *routing* IP saja, tidak menghasilkan *routing loop*, dan mendukung penggunaan beberapa metrik sekaligus sehingga dapat menghasilkan banyak jalur ke sebuah tujuan membagi jaringan yang besar menjadi beberapa area. Protokol *routing* inilah yang dipakai huawei untuk di implementasikan pada perangkat-perangkatnya.

2.4.2.5 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

EIGRP menggabungkan konsep *link state protocol*. *Broadcast-broadcast* diupdate setiap 90 detik ke semua EIGRP *router* berdekatan. Setiap *update* hanya memasukkan perubahan jaringan. EIGRP sangat cocok untuk jaringan besar. Pada EIGRP ini terdapat dua tipe *routing protocol* yaitu dengan *distance vector* dan *link state*. IGRP dan EIGRP sama-sama sudah mempertimbangkan masalah *bandwidth* yang ada dan *delay* yang terjadi. EIGRP melakukan konvergensi secara tepat ketika menghindari *loop*. EIGRP juga memerlukan lebih sedikit memori. EIGRP memerlukan fitur *loop avoidance* dalam kerjanya. Namun, EIGRP hanya untuk *router cisco* saja.

2.5 Vendor-vendor Perangkat Jaringan Komputer

Dalam dunia telekomunikasi terdapat perusahaan-perusahaan penyedia perangkat jaringan. Beberapa perusahaan telekomunikasi sebagai berikut.

2.5.1 Cisco

Cisco merupakan perusahaan terbesar dan terkemuka di dunia yang memproduksi perangkat keras untuk jaringan internet dan intranet. Peralatan tersebut meliputi jaringan komputer dan komunikasi mulai dari hub dan sampai peralatan besar seperti *switch Asynchronous Transfer Mode (ATM)*. Lebih dari 90% komunikasi internet melewati peralatan *router* yang dibuat oleh cisco. Kantor pusat cisco berada di San Jose Amerika Serikat. Cisco beroperasi di lebih 100 negara di dunia dan baru tahun 1995 membuka kantor cabang di Indonesia. Cisco memanfaatkan teknologi internet untuk memberikan pelayanan kepada para pemakai produk –produknya, mulai dari informasi produk, edukasi dukungan teknis, sampai pada layanan bisnis dapat diakses melalui internet. Cisco sendiri sebagai industri *leaders* dibidang *networking* telah melaksanakan aliansi strategis dengan perusahaan multinasional, seperti *Microsoft, Oracle, Sun, Digital Islands, Hewlet Packard, Fluke, Adobe, dan CompTIA*. Tentunya, kebutuhan akan profesional di bidang jaringan, baik mendesain, mengimplementasikan, dan merawat jaringan untuk industri-industri baru semakin hari semakin banyak dicari. Berdasarkan data *International Data Corporation* bahwa pada tahun 2003 dunia IT akan membutuhkan paling kurang 1,5 juta orang profesional di bidang *networking*. CNAP sebagai salah satu program

pendidikan dari Cisco Systems berpartisipasi dengan memberikan kontribusi sumber daya manusia profesional dalam dunia teknologi informasi.

2.5.2 Huawei

Huawei merupakan perusahaan teknologi asal Cina yang menyediakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) terkemuka. Huawei baru saja mulai melebarkan sayap pada pasar *enterprise* di Indonesia. Hal tersebut dibuktikan dengan diumumkannya kehadiran salah satu unit bisnis terbarunya, Huawei Enterprise. Unit bisnis ini akan melengkapi dua grup bisnis utama Huawei yang sudah lebih dulu ada di Indonesia, yaitu infrastruktur jaringan telekomunikasi dan perangkat. Portofolio produk dan solusi Huawei di pasar *enterprise* termasuk di antaranya infrastruktur jaringan, komunikasi *enterprise*, pusat data, dan aplikasi-aplikasi industri. Huawei juga memanfaatkan revolusi teknologi dan model bisnis berbasis komputasi awan melalui solusi-solusi pusat data komputasi awan dan aplikasi enterprisenya. Kondisi perekonomian masyarakat Indonesia yang stabil dan cenderung meningkat, populasi yang sangat besar, serta belanja teknologi informasi dan komunikasi Indonesia yang juga besar, mendasari Huawei Enterprise ini masuk ke pasar di Indonesia. Huawei Enterprise menargetkan berbagai industri, seperti pemerintahan, fasilitas publik, keuangan, transportasi, listrik dan energi, solusi dan produk infrastruktur, jaringan Huawei mencakup antara lain *ethernet switch*, *router*, *wavelength division multiplexing* (WDM), serta akses dan produk keamanan. Kedepannya, Huawei Enterprise bertekad untuk menjadi pemimpin pasar di industri TIK, menghasilkan kontrak penjualan sebesar US\$15 miliar dalam tiga tahun hingga lima tahun ke depan. Untuk mencapai target ini, Huawei Enterprise secara intensif akan memusatkan perhatiannya kepada kegiatan penelitian dan pengembangan (*Research & Development*), yang melibatkan 6.000 dari 10.000 karyawan Huawei di seluruh dunia. Pada semester pertama 2011, kontrak penjualan Huawei Enterprise di seluruh dunia mencapai US\$1,5 miliar, meningkat sebesar 80 persen dibandingkan semester pertama tahun lalu. Beberapa tonggak keberhasilan Huawei Enterprise di tahun 2011 antara lain mencakup penjualan lebih dari 1.000 unit sistem konferensi video *telepresence*, peluncuran akses router berkinerja tinggi, dan solusi cloud untuk industri media visual.

2.5.3 ZTE

ZTE adalah perusahaan pemasok global bagi perangkat telekomunikasi dan solusi jaringan telekomunikasi (GSM, CDMA, CDMA2000, W-CDMA, TD-SCDMA, FDD-LTE, TDD-LTE, IMS, NGN, PSTN, SDH, ADSL, IPTV, *Value Added Services*) yang bermarkas di Shenzhen, Republik Rakyat Tiongkok. ZTE didirikan pada tahun 1985. Sahamnya diperdagangkan secara umum di Bursa Efek Hongkong dan Shenzhen. ZTE adalah perusahaan telekomunikasi terbesar di China. Kantor-kantor besar ZTE berlokasi di Nanshan Hi-Tech Industrial Park, Shenzhen, provinsi Guangdong, dengan pusat litbang domestik di Lian Tang Shenzhen, Shanghai (GSM), Xi'an, Chongqing, Chengdu dan Beijing (fasilitas litbang di seluruh dunia total berjumlah 14). Universitas ZTE berlokasi di Damaisa, kurang lebih 1,5 jam perjalanan ke arah timur kantor pusat ZTE, yang menyediakan fasilitas pelatihan baik bagi pekerja ZTE maupun pelanggannya dari seluruh dunia. Pada Q4 2006 diperkirakan terdapat 30.000 tenaga kerja yang merupakan warga negara China dan luar negeri. Kurang lebih 20.000 darinya berlokasi di China. ZTE mulai hadir di Amerika Serikat sejak 1998, dengan kantor pusat di Dallas, Texas.

2.5.4 Ericsson

Ericsson bermitra dengan *General Electric* di awal tahun 90an, terutama untuk membangun kehadirannya di Amerika Serikat dan pengenalan merek. Ericsson yang telah mempunyai nama di pasar telepon seluler selama beberapa dekade telah berjuang maksimal namun tetap memperoleh kerugian besar. Hal ini disebabkan kebakaran pabrik Philips di New Mexico yang memproduksi *chip* untuk ponsel mereka yang menyebabkan tertundanya produksi dan juga karena ketidakmampuan untuk memproduksi ponsel murah seperti Nokia. Pada bulan Agustus 2001, dua perusahaan Sony dan Ericsson telah merampungkan persyaratan merger yang diumumkan pada bulan April. Perusahaan ini memiliki tenaga kerja awal 3.500 karyawan. Penggabungan kedua perusahaan tersebut tidak berjalan mulus, pangsa pasar Ericsson benar-benar jatuh dan pada bulan Agustus 2002, Ericsson mengatakan akan berhenti membuat ponsel dan mengakhiri kemitraan dengan Sony jika bisnis terus mengecewakan. Namun, pada Januari 2003, kedua

perusahaan mengatakan mereka akan menyuntikkan lebih banyak uang ke joint venture dalam tawaran untuk membendung kerugian.

2.6 Parameter-parameter Pada Jaringan Komputer

2.6.1 Trafik Jaringan

Trafik merupakan perpindahan suatu benda dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam lingkungan telekomunikasi benda yang dikirim adalah berupa informasi-informasi yang dikirim melalui media transmisi. Sehingga dari dua penjelasan tersebut trafik dapat didefinisikan sebagai perpindahan informasi-informasi yang dapat berupa pulsa, frekuensi, dan percakapan dari suatu tempat ke tempat lain melalui media telekomunikasi, dimana perpindahannya diukur dengan waktu. Dalam trafik jaringan terdapat peak trafik yang dapat di analisis sebagai acuan untuk merancang suatu sistem jaringan baru yang lebih handal.

2.6.2 Bandwidth Jaringan

Bandwidth merupakan nilai hitung atau perhitungan konsumsi transfer data telekomunikasi yang dihitung dalam satuan bit per detik atau yang biasa disingkat bps yang terjadi antara komputer *server* dan komputer *client* dalam waktu tertentu dalam sebuah jaringan komputer. *Bandwidth* sendiri dialokasikan ke komputer dalam jaringan dan akan mempengaruhi kecepatan transfer data pada jaringan komputer tersebut sehingga semakin besar *bandwidth* pada jaringan komputer maka semakin cepat pula kecepatan transfer data yang dapat dilakukan oleh *client* maupun *server*.

2.6.3 Throughput

Throughput merupakan kecepatan rata-rata data yang diterima oleh suatu *node* dalam selang waktu pengamatan tertentu. *Throughput* merupakan *bandwidth* aktual saat itu juga dimana kita sedang melakukan koneksi. Satuan yang dimilikinya sama dengan *bandwidth* yaitu bps. Throughput memiliki persamaan

$$\frac{\text{jumlah paket yang diterima}}{\text{waktu rata-rata}} \quad (2.1)$$

2.6.4 Packet Loss

Packet Loss merupakan kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu terjadinya *overload* trafik di dalam jaringan, tabrakan (*congestion*) dalam jaringan, *error* yang terjadi pada media fisik, kegagalan yang terjadi pada sisi penerima yang bisa disebabkan karena *overflow* yang terjadi pada *buffer*.

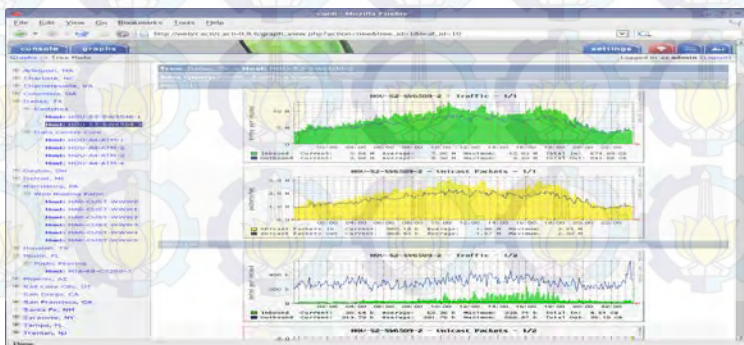
2.6.5 Jitter

Jitter merupakan variasi *delay* antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Besarnya nilai *jitter* akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan, akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya *tumbukan*., dengan demikian nilai *jitter* akan semakin besar.

2.7 Software Jaringan Komputer

2.7.1 Cacti

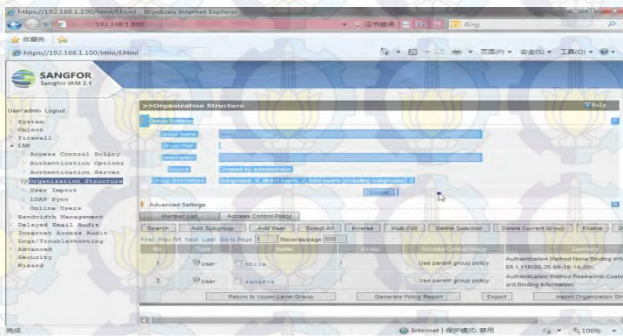
Cacti merupakan sebuah *software* yang digunakan dalam bidang *network management* yang memiliki banyak fungsi. Selain untuk *monitoring* jaringan, cacti juga dapat digunakan untuk mengambil data-data yang penting pada SNMP seperti CPU *Usage* dan juga *Memory Usage*. Software cacti merupakan protokol yang dipasang pada tiap perangkat-perangkat yang ingin dimonitoring trafik atau kinerja cpu dan memorinya. Cacti bekerja secara web based.. Dengan menggunakan Cacti kita dapat memonitor trafik yang mengalir pada sebuah *server*.



Gambar 2.10 Tampilan pada *Software Cacti*

2.7.2 Sangfor

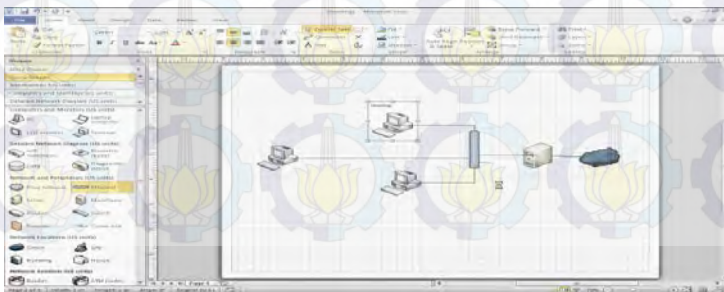
Sangfor memiliki fitur autentikasi pengguna, *web filtering*, pengendalian aplikasi, manajemen *bandwidth*, *caching*, *monitoring* lalu lintas internet, dan pelaporan data trafik. Sangfor Internet Access Management menawarkan solusi efektif menyediakan berbagai fitur keamanan dan *monitoring* jaringan yang dirangkum dalam *software* Sangfor.



Gambar 2.11 Tampilan pada *Software Sangfor*

2.7.3 Microsoft Visio

Microsoft Visio atau sering disebut Visio adalah sebuah program aplikasi komputer yang sering digunakan untuk membuat diagram, diagram alir (*flowchart*), *brainstorm*, dan skema jaringan yang dirilis oleh Microsoft Corporation. Aplikasi ini menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram-diagramnya.



Gambar 2.12 Tampilan pada *Software Visio*

2.7.4 Jperf

Jperf adalah salah satu *tool* untuk mengukur *troughput bandwidth* dalam sebuah *link network*. Agar bisa dilakukan pengukuran diperlukan Jperf yang terinstall *point to point*, baik disisi *server* maupun *client*. Jperf sendiri bisa digunakan untuk mengukur *performance link* dari sisi TCP maupun UDP. Pada ubuntu bisa menggunakan perintah `apt-get install jperf`, di FreeBSD bisa menggunakan perintah `pkg_add jperf`. Untuk uji coba pastikan bahwa komputer tujuan terinstall dengan baik jperf dan *client* testnya.



Gambar 2.13 Tampilan pada *Software Jperf*



BAB III

ANALISIS TRAFIK DAN PERANCANGAN JARINGAN 10G

3.1 Prosedur Pelaksanaan Perancangan Jaringan 10G

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan jaringan 10G yang dapat memberikan akses kecepatan dalam memperoleh informasi secara tinggi yakni mencapai 10 gigabits per detik. Jaringan *existing* yang dipakai memiliki kecepatan transmisi data 1 gigabits per detik. Jaringan *existing* yang dipakai menggunakan vendor cisco dengan masing-masing tipe mulai dari *core switch*, *distribution switch*, dan *access switch*nya adalah cisco *core switch* 6509, cisco *distribution switch* 4900, dan cisco *access switch* 3560.

Pada proses perancangan jaringan 10G dibutuhkan beberapa langkah agar arsitektur jaringan 10G yang di rancang sesuai dengan keadaan trafik masa kini maupun untuk mengantisipasi trafik untuk masa mendatang. Beberapa tahap yang harus dilakukan untuk merancang jaringan 10G yaitu mengamati kondisi trafik terkini yang ada pada tiap perangkat jaringan seperti *core switch*, *distribution switch*, dan *access switch*. Kemudian menghitung estimasi trafik mendatang sebagai langkah pencegahan agar jaringan yang dirancang nantinya tidak kalah dari trafik yang terjadi dan sesuai harapan. Dengan berbekal estimasi trafik yang telah dihitung, maka langkah selanjutnya adalah merancang arsitektur jaringan 10G yang menggunakan *software microsoft visio*. Lalu membandingkan spesifikasi dan biaya perangkat yang berbeda vendor tersebut. Setelah itu membandingkan performansi antara *core switch existing* yang dalam hal ini menggunakan vendor cisco dengan *core switch* baru yang menggunakan vendor huawei. Pengukuran performansi pada *core switch* beda vendor ini dilakukan dengan bantuan *software iperf* untuk membanjiri trafik pada tiap perangkat *core switch*. Pengukuran performansi ini bertujuan untuk membandingkan dari segi *throughput*, *packet loss*, dan *jitter* dari *core switch* cisco dan huawei.

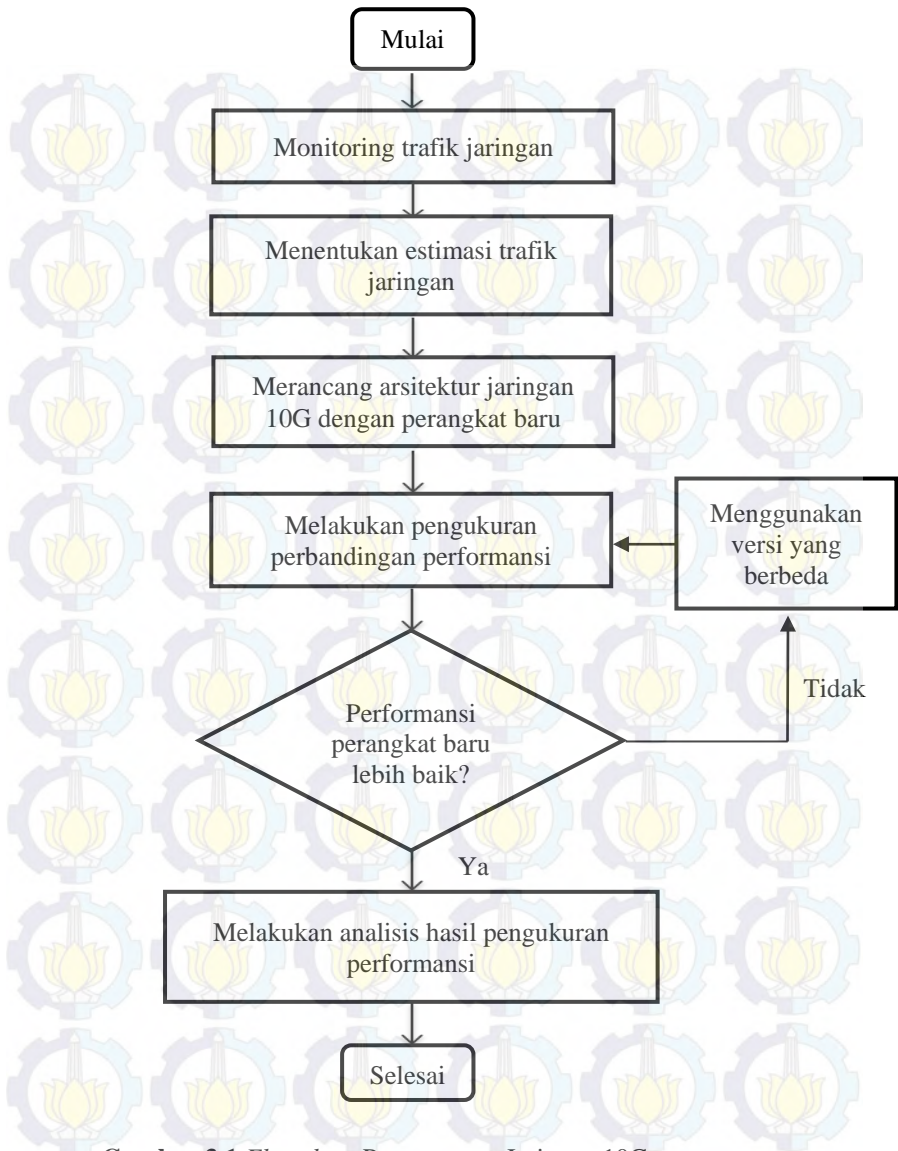
Langkah awal dalam melakukan pengukuran performansi pada *core switch* cisco dan huawei adalah dengan memberikan trafik yang sama besarnya pada *core switch* cisco dan huawei. Pada *core switch* cisco, trafik yang diberikan tidak seberapa besar daripada trafik yang diberikan pada *core switch* Huawei. Hal ini dikarenakan

core switch cisco masih menanggung beban trafik dari jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Maka, pemberian trafik pada *core switch* cisco dilakukan sampai beban trafik yang di dapatkan oleh *core switch* cisco mencapai maksimum yakni 1 gigabit. Untuk *core switch* huawei pemberian trafik dilakukan secara penuh 1 gigabit karena pada *core switch* huawei belum ada trafik yang membebani. Kedua perangkat tersebut masing-masing mendapatkan beban trafik yang sama yakni 1 gigabit. Dengan begitu *monitoring* performansi masing-masing perangkat akan dapat dilakukan. Performansi yang dilihat adalah *throughput*, *packet loss*, dan *jitter*. Setelah mendapatkan arsitektur jaringan dengan spesifikasi perangkat yang diinginkan maka dilakukan analisis hasil pengukuran berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Apabila dilakukan analisis, maka penelitian Tugas Akhir telah selesai. Secara lengkap tahapan dalam perancangan jaringan 10G ditunjukkan pada gambar 3.1.

3.2 Spesifikasi Jaringan 10G

Penentuan spesifikasi jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan langkah awal dalam suatu perancangan jaringan. Pada Tugas Akhir ini telah dirancang perangkat-perangkat yang akan digunakan pada jaringan 10G Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Perangkat-perangkat tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut.

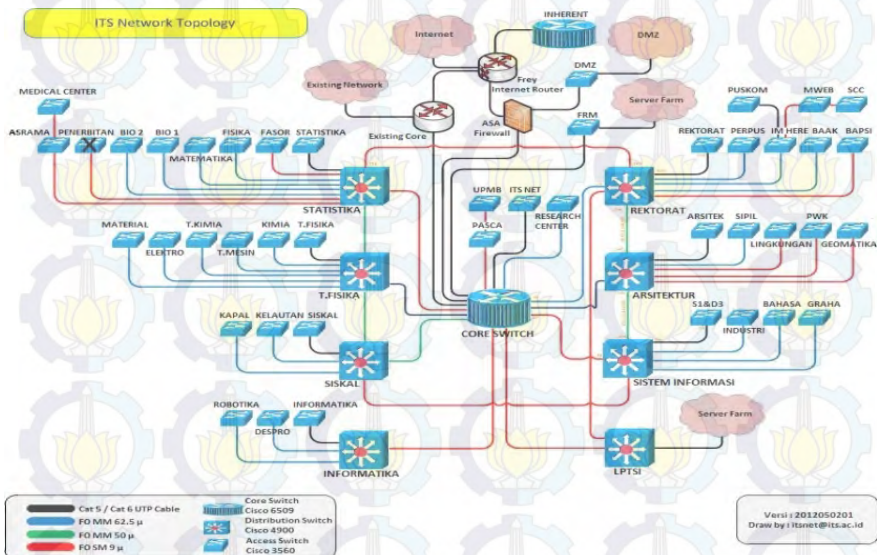
- *Switch Module* = 10 GE switching module
- *Switch Port* = 10 GE switching port



Gambar 3.1 *Flowchart* Perancangan Jaringan 10G

3.3 Kondisi Jaringan *Backbone*

Seperti yang tertera pada gambar 3.2, jaringan *backbone* adalah jaringan utama pada sebuah topologi jaringan yang merupakan jalan dari transmisi data. Jaringan *backbone* pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) mulai dari *core switch* menuju *distribution switch* hingga ke *access switch*. *Core switch* merupakan perangkat yang mempunyai peran utama dalam jaringan *core* pada jaringan ITS. *Core switch* ini menggabungkan beberapa *device network switch* menjadi satu kesatuan [9]. Dalam hal ini *core switch* menggabungkan 8 *distribution switch* menjadi satu kesatuan. *Core switch* meneruskan paket data dari ISP menuju *distribution switch* yang sebelumnya telah masuk ke *freya router* terlebih dahulu. *Distribution switch* pada jaringan ITS disini sebagai penghubung antara *core switch* dengan *access switch*. Tiap *distribution switch* pada jaringan ITS menghubungkan beberapa *access switch* yang berbeda dengan *distribution switch* lainnya.



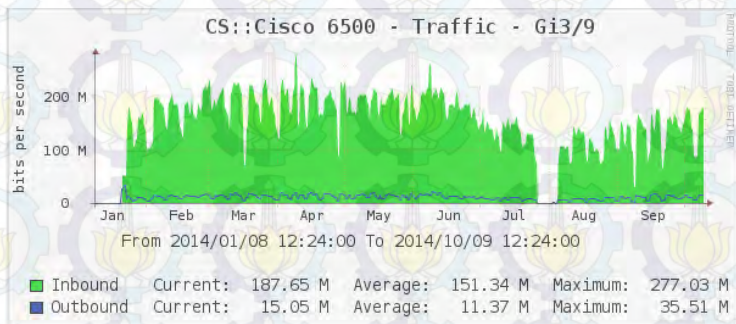
Gambar 3.2 Topologi Jaringan *Existing* ITS

3.3.1 Kondisi Trafik Pada Jaringan *Backbone*

Monitoring trafik yang terjadi pada tiap-tiap perangkat pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dilakukan dengan menggunakan software cacti. Monitoring trafik ini dilakukan pada jam aktif perkuliahan yakni pada 9 November 2015 pukul 12.30.

3.3.1.1 Kondisi Trafik Pada *Core switch*

Pada gambar 3.3 menunjukkan bahwa trafik yang terjadi pada *core switch* tidak terlalu tinggi. *Peak* trafiknya terjadi pada bulan april yang mencapai 277 megabits per *second*. *Peak* trafik yang terjadi tidak sampai 30% dari maksimal *bandwidth* yang ada (1 gigabits).

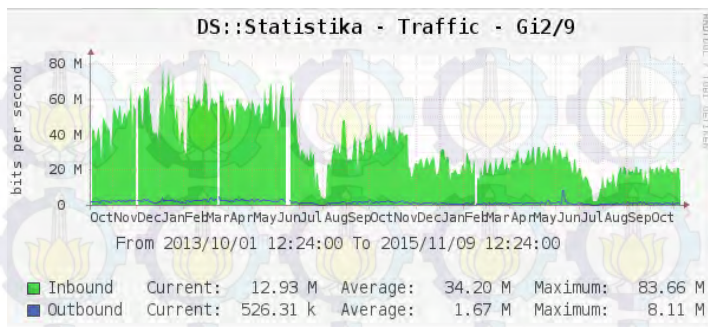


Gambar 3.3 Trafik *Core switch* 1 Tahun Terakhir

3.3.1.2 Kondisi Trafik Pada *Distribution switch*

3.3.1.2.1 *Distribution switch* Statistika

Pada *distribution switch* statistika ini dapat dilihat trafiknya dalam 2 tahun terakhir seperti pada gambar 3.4 yang menjelaskan pengulangan trafik terjadi pada 4-5 bulanan. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* statistika ini terjadi pada bulan januari 2014 dengan trafik 83,66 Mbps.



Gambar 3.4 Trafik *Distribution switch* Statistika 2 Tahun Terakhir

3.3.1.2.2 *Distribution switch* S1 Dan D3

Pada *distribution switch* S1 dan D3 ini dapat dilihat trafiknya dalam 2 tahun terakhir seperti yang terlihat pada lampiran 6.7 yang menjelaskan pengulangan trafik terjadi pada 4-5 bulanan. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* S1 dan D3 ini terjadi pada bulan mei 2015 dengan trafik 57,67 Mbps.

3.3.1.2.3 *Distribution switch* Rektorat

Pada *distribution switch* rektorat ini dapat dilihat trafiknya dalam 2 tahun terakhir seperti yang terlihat pada lampiran 6.7. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* rektorat ini terjadi pada bulan oktober 2015 dengan trafik 78,60 Mbps.

3.3.1.2.4 *Distribution switch* Informatika

Pada *distribution switch* informatika ini dapat dilihat trafiknya dalam 2 tahun terakhir seperti yang terlihat pada lampiran 6.7. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* informatika ini terjadi pada bulan agustus 2015 dengan trafik 77,13 Mbps.

3.3.1.2.5 *Distribution switch* FTK

Pada *distribution switch* FTK ini dapat dilihat trafiknya dalam 1 tahun terakhir seperti yang terlihat pada lampiran 6.7. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* FTK ini terjadi pada bulan juni 2015 dengan trafik 18,11 Mbps.

3.3.1.2.6 *Distribution switch* Arsitektur

Pada *distribution switch* arsitektur ini dapat dilihat trafiknya dalam 2 tahun terakhir seperti yang terlihat pada lampiran 6.7. *Peak* trafik yang terjadi di *distribution switch* arsitektur ini terjadi pada bulan maret 2014 dengan trafik 38,24 Mbps.

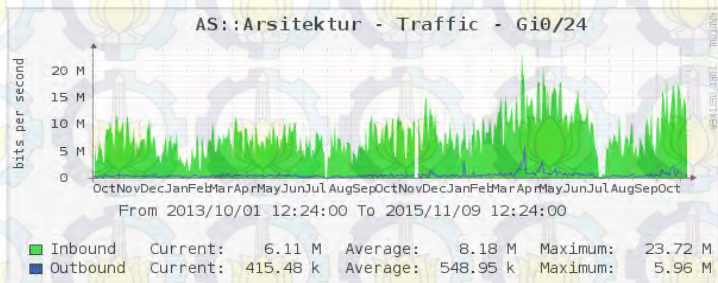
3.4 Kondisi Jaringan Akses

Jaringan akses pada jaringan ITS bertumpu pada perangkat *access switch*, perangkat ini langsung menuju *user* dengan perantara *access point* yang terdapat di berbagai titik lokasi pada jurusan ITS.

3.4.1 Kondisi Trafik Pada *Access Switch*

3.4.1.1 *Access Switch* Arsitektur

Sebagai contoh 1 dari 31 *access switch* yang ditampilkan pada gambar 3.5 dapat diketahui *peak* trafik yang terjadi pada *access switch* arsitektur selama 2 tahun terakhir yaitu 23,72 Mbps.



Gambar 3.5 Trafik *Access switch* Arsitektur 2 Tahun Terakhir

Untuk mengetahui nilai *peak* trafik yang ada pada 30 *access switch* lainnya dapat dilihat pada tabel 3.1 yang merupakan ringkasan dari data gambar yang dapat dilihat pada lampiran 6.8

Tabel 3.1 Peak Trafik Masing-masing Access Switch

No.	Access Switch	Peak Trafik (Mbps)	Time	Ket.
1	PWK	5,09	Apr-14	FTSP
2	Geomatika	16,02	Apr-14	FTSP
3	Sipil	16,02	Jun-14	FTSP
4	Lingkungan	15,8	Jan-14	FTSP
5	Kelautan	9,98	Jan-14	FTK
6	Siskal	21,83	Feb-14	FTK
7	Perkapalan	17,12	Jun-15	FTK
8	Informatika	76,25	Jul-15	FTIF
9	Robotika	12,06	Agust-15	FTIF
10	Despro	8,05	Jun-15	FTIF
11	Pasca Sarjana	70,03	Okt-15	LPTSI
12	Lantai6	172,72	Nop-14	LPTSI
13	Mesin	47,28	Mei-14	FTI
14	Teknik Fisika	20,61	Apr-15	FTI
15	T.Kimia	30,8	Okt-14	FTI
16	Material	12,47	Okt-14	FTI
17	RC	1,8	Jun-15	Rektorat
18	Puskom	0,82	Mar-15	Rektorat
19	Rektorat	0,67	Okt-15	Rektorat
20	UPT Bahasa	3,77	Jun-15	SI
21	Industri	12,65	Agust-14	SI
22	graha	3,19	Apr-15	SI
23	S1 dan D3	28,72	Jun-15	SI
24	Medical Center	2,87	Jan-14	FMIPA
25	Statistika	8,08	Apr-15	FMIPA
26	Biologi	12,34	Okt-15	FMIPA
27	Fasor	8,7	Jan-14	FMIPA
28	Asrama	36,09	Agust-14	FMIPA
29	Fisika	11,65	Mei-15	FMIPA
30	Matematika	22,9	Mei-15	FMIPA

3.5 Analisis Trafik Pada Jaringan Existing

Trafik yang terlihat pada *software cacti* diatas merupakan trafik *user* mahasiswa, dosen, karyawan, dan tamu yang memakai jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Namun, untuk merancang jaringan baru maka diperlukan batas maksimal dari trafik-trafik yang terjadi selama beberapa waktu terakhir. Dalam hal ini titik trafik maksimal yang akan diambil adalah dari *access switch*, karena pada *access switch* terjadi trafik nyata dari tiap-tiap user. Jika dibandingkan pada *distribution switch*, trafik yang terjadi bisa jadi merupakan trafik kiriman dari *distribution switch* yang lain seperti pada gambar 3.2. Berikut tabel *peak* trafik yang muncul dari 31 switch pada 2 tahun terakhir.

Tabel 3.2 Data *Peak* trafik 31 switch access per *distribution switch* di jaringan ITS

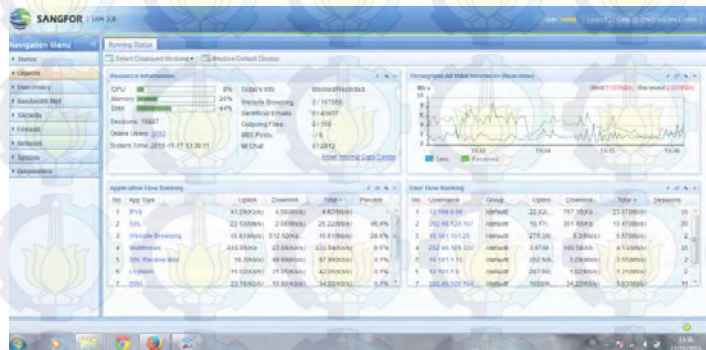
<i>Distribution switch</i>	<i>Peak Trafik</i> (Mbps)	<i>Prosentase (%)</i>
FTSP	76,65	10,49
FTI	111,16	15,2
FMIPA	102,63	13,93
FTK	48,93	6,7
FTIF	96,36	13,19
Rektorat	3,29	0,65
SI	48,33	6,6
LPTSI	242,75	33,24
TOTAL	730,1	100%

Pada tabel 3.2 diketahui *peak* trafik yang hasilnya merupakan penjumlahan dari *peak* trafik pada *switch access* masing-masing. Maka dari data tabel 3.2 tersebut, dapat diketahui *peak* total keseluruhan atau yang dapat disebut estimasi trafik yang akan muncul di masa mendatang. Jika *Peak* trafik dari tabel 3.1 tersebut dijumlahkan maka akan menghasilkan nilai 730,1 Mbps. Nilai tersebut setara dengan 73,01% dari maksimal *bandwidth* yang tersedia. Hal tersebut sangat riskan dalam sistem jaringan maka dari itu sangat perlu untuk dilakukan peningkatan kualitas jaringan terutama dari segi perombakan perangkat pada jaringan ITS.

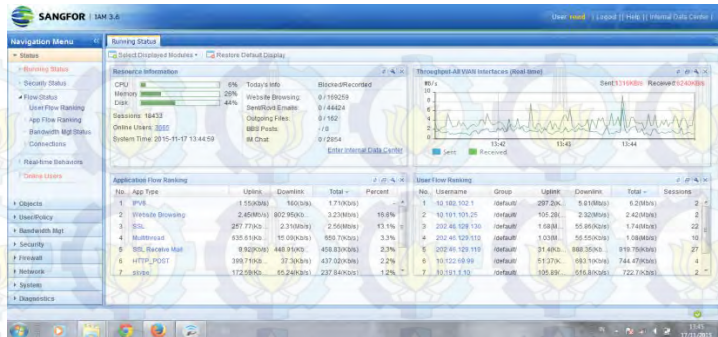
3.6 Estimasi Trafik Jaringan

Jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan sistem jaringan yang dapat diakses oleh sekitar 20.000 *user* dari mahasiswa, dosen, dan karyawan. Jaringan ITS harus dapat mendukung layanan kuliah *online* dimana tiap *user* akan mengakses *web* secara bersamaan. Salah satu contoh layanan kuliah *online* adalah mengadakan kuliah bersama dengan pembicara yang berada diluar negeri untuk peningkatan mahasiswa baik dalam ilmu teknologi maupun kemampuan bahasa sehingga tiap mahasiswa yang mengikuti harus mengkoneksikan perangkat mereka ke jaringan internet, sehingga diperlukan peningkatan jaringan. Contoh lain yaitu layanan untuk kuliah *online* via *video conference* saat dosen pengampu tidak bisa datang ke ruang kuliah maka dengan menggunakan internet masing-masing mahasiswa bisa saling terhubung satu sama lain sehingga diperlukan peningkatan jaringan.

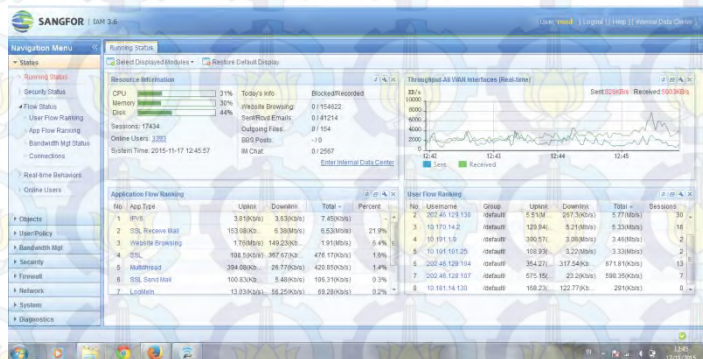
Dari layanan yang menggunakan internet, dapat diasumsikan kebutuhan trafik per *user*. Melalui *monitoring* menggunakan perangkat sangfor, dari seluruh *user* yang ada di jaringan ITS, hanya beberapa persen yang aktif. Pada gambar 3.6, 3.7, 3.8 terlihat pada jam aktif perkuliahan, data *user* yang aktif 3.682, 3.665, 3.393 *user*. Dari ketiga data tersebut dapat diambil rata-rata *user* yang online pada saat jam aktif perkuliahan yaitu 3580 *user online*.



Gambar 3.6 Tampilan Display Sangfor IAM



Gambar 3.7 Tampilan Display Sangfor IAM



Gambar 3.8 Tampilan Display Sangfor IAM

Dari beberapa layanan trafik internet seperti video conference, streaming youtube, download file paper untuk keperluan tugas akhir, website browsing, dan lain-lain maka diasumsikan beberapa trafik tersebut yang tersebar pada 3,580 user online. Asumsi klasifikasi trafik tersebut berdasarkan 5 pembagian yang dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Klasifikasi 5 TingkatanTrafik

Jenis Trafik	Contoh Apps Trafik	Beban Trafik (Mbps)	User Slot (%)
Sangat Tinggi	Streaming Youtube HD	2,67	20
Tinggi	Video Call	1,16	20
Sedang	Youtube 240p	0,744	20
Rendah	Facebook	0,416	20
Sangat Rendah	Gmail	0,16	20
TOTAL			100%

Pada gambar 3.9 terlihat besar bandwidth yang dibutuhkan untuk streaming youtube HD secara lancar yakni 334kBps atau sebesar 2,67 Mbps.



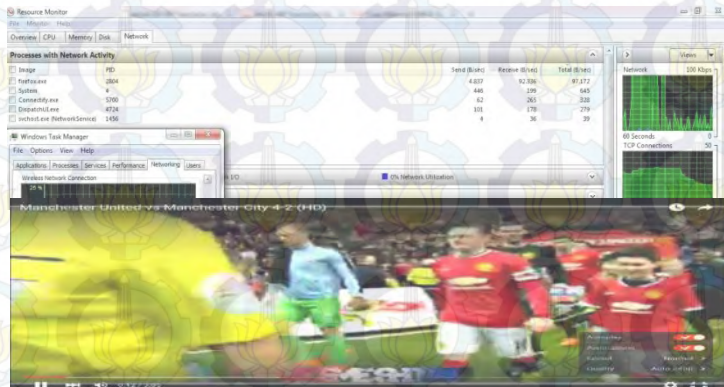
Gambar 3.9 Tampilan Resource Monitor Youtube HD

Pada gambar 3.45 terlihat besar bandwidth yang dibutuhkan untuk video call secara lancar yang sering digunakan untuk mempermudah pertemuan kuliah pada saat menghadirkan dosen tamu dari luar negeri atau pada saat dosen pengampu tidak bisa hadir di kelas yakni 145kBps atau sebesar 1,16 Mbps.



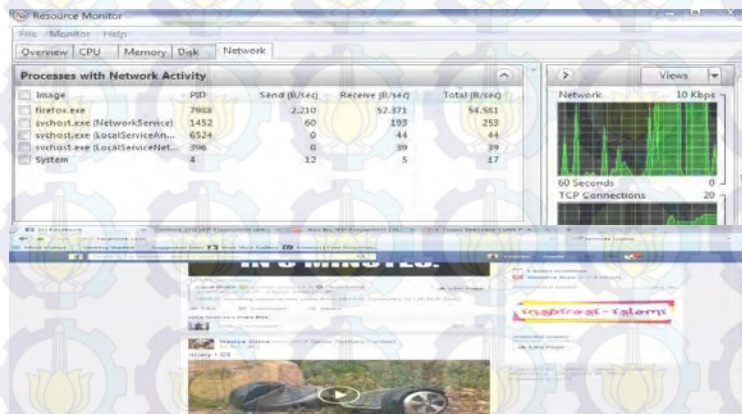
Gambar 3.10 Tampilan Resource Monitor Video Call

Pada gambar 3.10 terlihat besar bandwidth yang dibutuhkan untuk streaming youtube 240p secara lancar yang pada umumnya digunakan untuk mempermudah pemahaman materi perkuliahan yakni 93 kbps atau sebesar 744 kbps.



Gambar 3.11 Tampilan Resource Monitor Youtube 240p

Pada gambar 3.12 terlihat besar bandwidth yang dibutuhkan untuk facebook secara lancar yang pada umumnya digunakan untuk memperoleh dan berbagi informasi antar mahasiswa. Pemakaian media sosial facebook ini membutuhkan bandwidth sebesar 52 kbps atau sebesar 416 kbps.



Gambar 3.12 Tampilan Resource Monitor Facebook

Pada gambar 3.13 terlihat besar bandwidth yang dibutuhkan untuk pemakaian gmail secara lancar yang pada umumnya digunakan untuk berbagi informasi antar mahasiswa. Pemakaian gmail ini membutuhkan bandwidth sebesar 20 kbps atau sebesar 160 kbps



Gambar 3.13 Tampilan Resource Monitor Gmail

Penyebaran trafik tersebut diestimasi secara merata, yakni tiap macam trafik diakses oleh 3580/5 yakni 716 user aktif. Jumlah estimasi total trafik yang didapat yakni 3,677 Gbps dengan penyebarannya seperti tertera pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Klasifikasi Penyebaran Trafik

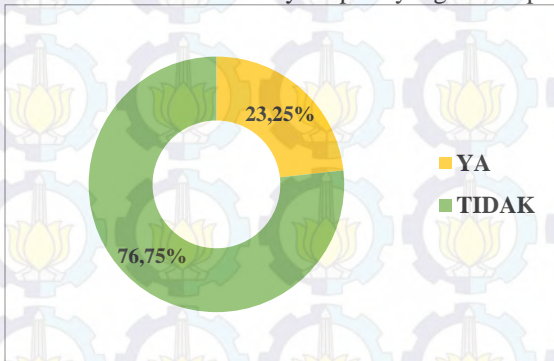
Jumlah User	Beban Trafik (Mbps)	Jumlah Trafik (Mbps)
716	2,67	1911
716	1,16	830
716	0,74	529
716	0,41	293
716	0,16	114
3580		3.677

Dengan mengacu hasil tersebut, maka penyegaran kualitas layanan internet pada jaringan ITS akan sangat diperlukan terutama dalam peningkatan kualitas bandwidth yang tersedia, karena jika mengacu pada sistem jaringan existing sekarang maka tidak akan bisa mengakomodir seluruh kebutuhan trafik yang ada.

3.7 Pengaruh Trafik Gadget

Trafik yang ada pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan trafik keseluruhan antara trafik pengguna komputer, laptop, maupun berbagai gadget seperti handphone, tablet, dll. Namun sebagian besar pemillik gadget lebih memilih untuk memakai akses internet melalui kartu dari masing-masing provider sendiri. Tentunya Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) harus memfasilitasi supaya pengguna gadget juga lebih tertarik dalam menggunakan fasilitas layanan internet kampus yang telah disediakan. Oleh karena itu, pengaruh trafik dari gadget juga akan dibahas dalam tugas akhir ini.

Jumlah seluruh civitas akademika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang ada sejumlah 24.534 orang. Dengan asumsi 90% dari jumlah keseluruhan adalah pengguna gadget basis internet, maka jumlah yang didapat adalah 19.627 orang. Berdasarkan data kuisioner yang dilakukan, 76,75% dari keseluruhan pengguna gadget basis internet tidak memanfaatkan jaringan internet kampus sebagai sumber akses data internetnya seperti yang terlihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Prosentase Pengguna Gadget yang terhubung jaringan ITS

Maka dari itu estimasi trafik gadget yang dimunculkan adalah berdasarkan 76,75% dari 19.627 pengguna gadget basis internet yaitu 15.063 orang. Dengan asumsi pengguna gadget berada di satu waktu secara bersamaan dan secara bersamaan mengaktifkan

paket data internet dengan memakai jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang diasumsikan rata memakai gadget dengan beban trafik 50Kbps, maka jumlah seluruh trafik pengguna gadget adalah $15.063 \times 50 \text{ Kbps} = 753.150 \text{ Kbps}$ atau setara dengan 753,15 Mbps. Dari hasil tersebut diakumulasikan terhadap estimasi jaringan awal dengan distribusi trafiknya memakai hasil prosentase peak trafik yang ada, sehingga nilainya dapat terlihat seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Distribusi Trafik Jaringan

Distribution Switch	Prosentase (%)	Estimasi Trafik Awal (Mbps)	Pengaruh Trafik Gadget (Mbps)	Jumlah Estimasi Trafik (Mbps)
FTSP	10,49	385,7173	79,005435	464,722735
FTI	15,2	558,904	114,4788	673,3828
FMIPA	13,93	512,2061	104,913795	617,119895
FTK	6,7	246,359	50,46105	296,82005
FTIF	13,19	484,9963	99,340485	584,336785
Rektorat	0,65	23,9005	4,895475	28,795975
SI	6,6	242,682	49,7079	292,3899
LPTSI	33,24	1222,2348	250,34706	1472,58186
TOTAL	100	3677	753,15	4430,15

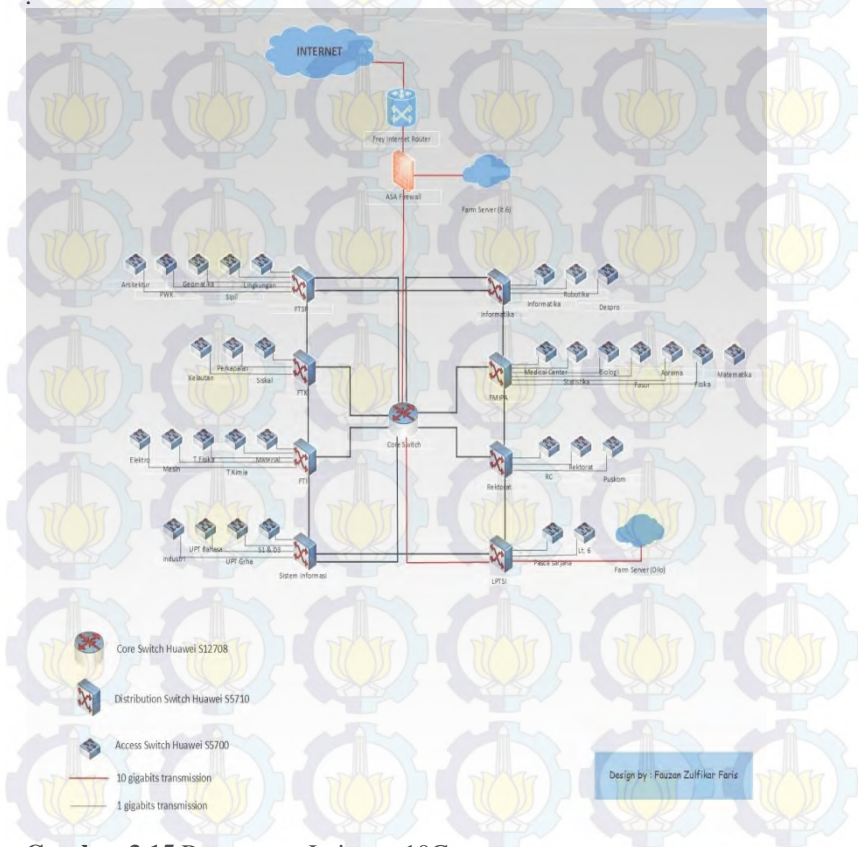
3.8 Perancangan Arsitektur Jaringan

Setelah menentukan asumsi trafik dari jaringan ITS maka dapat menentukan perangkat-perangkat mana yang memang perlu untuk ditingkatkan menjadi transmisi 10 gigabit per *second*. Berdasarkan infrastruktur awal yang telah dibangun pada jaringan existing, komponen perangkat yang berada pada tatanan access switch, distribution switch, dan core switch tetaplah sama dengan pertimbangan jalur infrastruktur optik yang dibangun dengan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Berdasarkan hasil dari tabel 3.5 bahwasanya total trafik yang harus diakomodir oleh jaringan kampus ITS adalah 4,430 Gbps yang mana jumlah trafik ini masih $< 10\text{Gbps}$ maka dari itu penggunaan core switch cukup 1 dengan port 10G yang langsung terhubung pada jalur yang menuju ISP. Titik distribution switch yang memiliki tingkatan trafik $> 1\text{G}$ yakni LPTSI memperoleh prioritas pada port 10G yang terhubung pada core switch yang dalam gambar 3.15 di gambarkan dengan jalur berwarna merah. Sementara untuk titik

lainnya akan tetap beroperasi dengan bandwidth 1G yang digambarkan pada gambar 3.15 berwarna hitam. Dengan anggapan bahwa sistem e-learning yang terus meningkat pada distribusi switch LPTSI, maka jalur sistem e-learning juga akan di prioritaskan untuk mendapat port 10G yang terhubung pada distribusi switch LPTSI.

Berikut rancangan jaringan baru yang dapat menjadi acuan untuk peningkatan kualitas jaringan ITS yang digambar dengan menggunakan *software microsoft visio professional 2013* pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Rancangan Jaringan 10G

BAB IV

ANALISIS ARSITEKTUR JARINGAN DAN PERBANDINGAN PERANGKAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai arsitektur jaringan 10G yang terdapat pada gambar 3.15. Dari analisis tersebut, dihasilkan perangkat-perangkat mana saja yang mengharuskan memiliki kemampuan transmisi 10 Gbps pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Kemudian dilanjutkan dengan analisis perbandingan spesifikasi, biaya, dan hasil pengukuran performansi pada masing-masing *core switch*. Hasil analisis arsitektur jaringan dan perbandingan tersebut kemudian akan menghasilkan kesimpulan perangkat-perangkat mana saja yang akan diusulkan untuk penyegaran jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

4.1 Analisis Arsitektur Jaringan

Pada gambar 3.15 dapat dilihat bahwa perangkat yang berada pada jaringan *backbone* tidak semuanya yang diharuskan untuk memiliki kemampuan transmisi 10G, karena berdasarkan estimasi trafik yang dilakukan, trafik yang terjadi di beberapa *distribution switch* tidak semuanya tinggi. Pada rancangan jaringan 10G yang telah dibuat, transmisi 10G hanya pada *core switch* yang tersambung dengan ISP secara langsung, kemudian *core switch* yang tersambung dengan *distribution switch* : FTIF, LPTSI, dan FTI. 4 port 10G yang terhubung pada *core switch* merupakan jumlah maksimal dari port 10G yang tersedia.

Tabel 4.1 merupakan rincian perangkat yang digunakan pada rancangan jaringan 10G yang memiliki kemampuan transmisi 10G.

Tabel 4.1 Jumlah dan Kemampuan Transmisi 10G Perangkat

Perangkat	Jumlah	Transmisi
<i>Core switch</i>	1	4 x 10 G
<i>Distribution switch</i>	8	4 x 10 G
<i>Access switch</i>	31	-

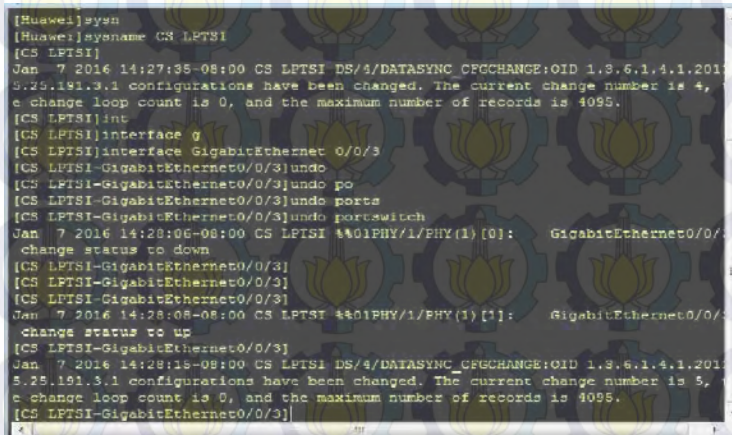
Core switch merupakan perangkat yang menggabungkan beberapa *device network switch* menjadi satu kesatuan dan diharuskan memiliki kemampuan 10G dalam transmisinya. *Distribution switch* pada jaringan ITS yang berjumlah 8 buah ini

memiliki fungsi sebagai penghubung antara *core switch* dengan *access switc*, dalam hal ini juga diharuskan memiliki kemampuan 10G dalam transmisinya. Sedangkan, 31 buah *access switch* yang memiliki fungsi berhubungan langsung menuju *user* dengan perantara *access point* yang terdapat di berbagai titik lokasi pada jurusan ITS ini tidak diharuskan memiliki kemampuan 10G. *Bandwidth* 1G dirasa cukup untuk menangani trafik yang berada pada masing-masing *access switch* pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

4.1.1 Analisis Konfigurasi Perangkat

Pada rancangan jaringan baru 10G ini menggunakan perangkat-perangkat dari huawei. Oleh karena itu, protokol routing yang digunakan adalah protokol routing OSPF (Open Shortest Path First) yang memiliki basis algoritma link state. Berbeda dengan perangkat cisco yang memiliki protokol routing yang telah dipatenkan menjadi hak milik dari cisco yakni EIGRP, huawei tidak memiliki hak paten untuk protokol routing. Namun protokol routing OSPF ini memiliki efektifitas yang tinggi pada jaringan yang luas seperti jaringan kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

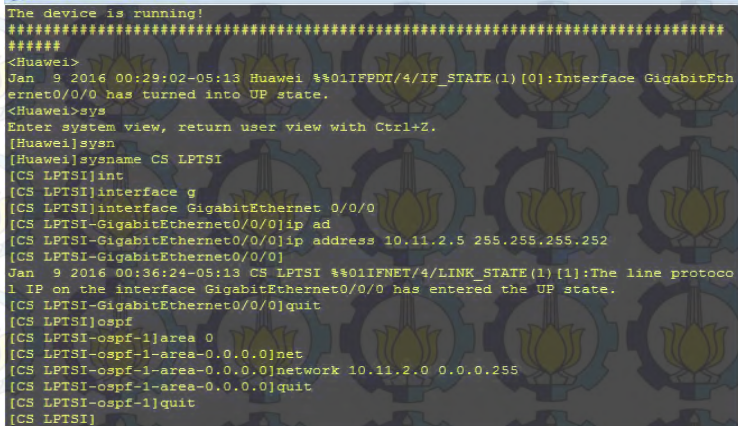
Konfigurasi untuk menjadikan switch agar dapat bekerja pada layer network terdapat pada gambar 4.1



```
[Huawei]sysn
[Huawei]sysname CS LPTSI
[CS LPTSI]
Jan  7 2016 14:27:35-08:00 CS LPTSI DS/4/DATASYNC CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.201
5.25.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 4,
e change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[CS LPTSI]int
[CS LPTSI]interface g
[CS LPTSI]interface GigabitEthernet 0/0/3
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]undo
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]undo po
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]undo portsw
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]undo portswitch
Jan  7 2016 14:28:06-08:00 CS LPTSI %01PHY/1/PHY(1)[0]: GigabitEthernet0/0/3
change status to down
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]
Jan  7 2016 14:28:08-08:00 CS LPTSI %01PHY/1/PHY(1)[1]: GigabitEthernet0/0/3
change status to up
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]
Jan  7 2016 14:28:15-08:00 CS LPTSI DS/4/DATASYNC CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.201
5.25.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 5,
e change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/3]
```

Gambar 4.1 Konfigurasi Switch Menjadi Perangkat Layer 3

Setelah switch tersebut dapat bekerja di layer 3 atau yang biasa disebut sebagai layer jaringan, maka penentuan IP dan konfigurasi protokol routing yang dalam hal ini menggunakan protokol routing OSPF dilakukan. Pada gambar 4.2 menampilkan konfigurasi core switch yang terhubung dengan distribution switch FTI dengan penggunaan IP seperti pada jaringan *existing*.



```
The device is running!
#####
<Huawei>
Jan  9 2016 00:29:02-05:13 Huawei %01FPDT/4/IF_STATE(1)[0]:Interface GigabitEthernet0/0/0 has turned into UP state.
<Huawei>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysn
[Huawei]sysname CS LPTSI
[CS LPTSI]int
[CS LPTSI]interface g
[CS LPTSI]interface GigabitEthernet 0/0/0
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/0]ip ad
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/0]ip address 10.11.2.5 255.255.255.252
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/0]
Jan  9 2016 00:36:24-05:13 CS LPTSI %01IFNET/4/LINK_STATE(1)[1]:The line protocol IP on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[CS LPTSI-GigabitEthernet0/0/0]quit
[CS LPTSI]ospf
[CS LPTSI-ospf-1]area 0
[CS LPTSI-ospf-1-area-0.0.0.0]net
[CS LPTSI-ospf-1-area-0.0.0.0]network 10.11.2.0 0.0.0.255
[CS LPTSI-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
[CS LPTSI-ospf-1]quit
[CS LPTSI]
```

Gambar 4.2 Konfigurasi Core Switch

Setelah selesai konfigurasi core switch dengan penggunaan area 0 pada konfigurasi routing OSPF, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi distribution switch FTI. Pada konfigurasi distribution FTI ini, penggunaan area tetap sama yakni area 0 karena sama-sama berada pada satu wilayah jaringan backbone.


```

<Huawei>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysn
[Huawei]sysname DS FTI
[DS FTI]int
[DS FTI]interface g
[DS FTI]interface GigabitEthernet 0/0/0
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/0]ip ad
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/0]ip address 10.11.2.6 255.255.255.252
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/0]
Jan  9 2016 00:40:24-05:13 DS FTI %%01IFNET/4/LINK_STATE(1)[0]:The line protocol
IP on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/0]quit
[DS FTI]ospf
[DS FTI-ospf-1]area 0
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.0]net
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.0]network 10.11.2.0 0.0.0.255
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
Jan  9 2016 00:40:54-05:13 DS FTI %%01OSPF/4/NBR_CHANGE_E(1)[1]:Neighbor change
event: neighbor status changed. (ProcessId=256, NeighborAddress=5.2.11.10, Neig
horEvent=HelloReceived, NeighborPreviousState=Down, NeighborCurrentState=Init)
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
[DS FTI-ospf-1]

```

Gambar 4.3 Konfigurasi DS FTI ke Core Switch

Kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi dari distribution switch FTI menuju ke access switch elektro. Penggunaan area pada konfigurasi ini berubah menjadi area 1. Tiap distribution switch nantinya juga akan memiliki area berbeda-beda ke access switch masing-masing. Penggunaan area 1 pada distribution switch FTI ditampilkan pada gambar 4.4.

```

<DS FTI>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[DS FTI]int
[DS FTI]interface g
[DS FTI]interface GigabitEthernet 0/0/1
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/1]ip ad
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/1]ip address 10.11.3.33 255.255.255.252
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/1]
Jan  9 2016 00:42:55-05:13 DS FTI %%01IFNET/4/LINK_STATE(1)[7]:The line protocol
IP on the interface GigabitEthernet0/0/1 has entered the UP state.
[DS FTI-GigabitEthernet0/0/1]quit
[DS FTI]ospf
[DS FTI-ospf-1]area 1
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.1]net
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.1]network 10.11.3.0 0.0.0.255
[DS FTI-ospf-1-area-0.0.0.1]quit
[DS FTI-ospf-1]quit
[DS FTI]

```

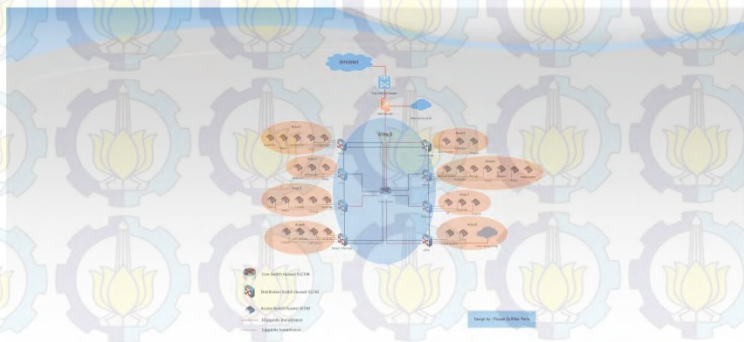
Gambar 4.4 Konfigurasi DS FTI ke AS Elektro

Konfigurasi terakhir dilakukan oleh access switch yang dalam hal ini access switch elektro sebagai contoh dalam konfigurasinya. Access switch elektro akan tetap berada pada area 1 pada konfigurasi routing OSPF-nya. Konfigurasi access switch elektro ditampilkan pada gambar 4.5.

```
<Huawei>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysn
[Huawei]sysname AS ELEKTRO
[AS ELEKTRO]int
[AS ELEKTRO]interface g
[AS ELEKTRO]interface GigabitEthernet 0/0/0
[AS ELEKTRO-GigabitEthernet0/0/0]ip ad
[AS ELEKTRO-GigabitEthernet0/0/0]ip address 10.11.3.34 255.255.255.252
[AS ELEKTRO-GigabitEthernet0/0/0]
Jan  9 2016 00:45:12-05:13 AS ELEKTRO %%01IFNET/4/LINK_STATE(1)[0]:The line proto
col IP on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[AS ELEKTRO-GigabitEthernet0/0/0]quit
[AS ELEKTRO]ospf
[AS ELEKTRO-ospf-1]area 1
[AS ELEKTRO-ospf-1-area-0.0.0.1]net
[AS ELEKTRO-ospf-1-area-0.0.0.1]network 10.11.3.0 0.0.0.255
[AS ELEKTRO-ospf-1-area-0.0.0.1]quit
[AS ELEKTRO-ospf-1]quit
[AS ELEKTRO]
```

Gambar 4.5 Konfigurasi AS Elektro ke DS FTI

Konfigurasi routing OSPF berdasarkan pembagian area. OSPF membagi-bagi jaringan menjadi beberapa tingkatan. Tingkatan-tingkatan ini diwujudkan dengan menggunakan sistem pengelompokan area. Dalam hal ini jaringan ITS terbagi menjadi 9 pengelompokan area. 9 pengelompokan area ini ditampilkan dalam gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengelompokan Area OSPF Pada Jaringan ITS

4.2 Analisis Spesifikasi Perangkat

Berdasarkan *datasheet specification* masing-masing perangkat beda vendor antara cisco dan huawei, spesifikasi dasar *switch* tergambar pada tabel 4.1 sampai tabel 4.3 pada masing-masing jenis perangkat.

4.2.1 Perbandingan Spesifikasi Perangkat

4.2.1.1 Core switch

Perbandingan spesifikasi antara *core switch* cisco 6509 dengan *core switch* huawei S12708 terdapat pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Perbandingan Spesifikasi *Core switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Spesifikasi 1G	Spesifikasi 10G
cisco	6509	48 port 10/100/1000 Mbps	-
huawei	S12708	48 port 10/100/1000 Mbps	4 port 10 Gbps

Core switch cisco 6509 memiliki 48 port dengan *speed up to* 1 Gbps. Namun, *core switch* cisco 6509 tidak memiliki port pada *module interface* yang memiliki 10 Gbps. Sedangkan untuk *core switch* huawei S12708 memiliki 48 port dengan *speed up to* 1 Gbps dan memiliki 4 port dengan *speed up to* 10 Gbps.

4.2.1.2 Distribution switch

Perbandingan spesifikasi antara *core switch* cisco 4900 dengan *core switch* huawei S5710 terdapat pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Perbandingan Spesifikasi *Distribution switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Spesifikasi speed up to 1G	Spesifikasi speed up to 10G
cisco	4900	48 port 10/100/1000 Mbps	-
huawei	S5710	24 port 10/100/1000 Mbps	4 port 10 Gbps

Distribution switch cisco 4900 memiliki 48 port dengan speed up to 1Gbps. Namun *distribution switch* cisco 4900 tidak memiliki port pada module interface yang memiliki speed up to 10Gbps. Sedangkan untuk *distribution switch* huawei S5710 memiliki lebih sedikit port dengan speed 10/100/1000 Mbps yakni 24 port dengan speed up to 1Gbps namun memiliki 4 port dengan speed up to 10Gbps.

4.2.1.3 Access switch

Perbandingan spesifikasi antara *access switch* cisco 3560 dengan *access switch* huawei S5700 tertera pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan Spesifikasi *Access switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Spesifikasi speed up to 1G	Spesifikasi speed up to 10G
cisco	3560	24 port 10/100/1000 Mbps	-
huawei	S5700	24 port 10/100/1000 Mbps	-

Access switch cisco 3560 memiliki 24 port dengan speed up to 1 Gbps. Namun, *access switch* cisco 3560 tidak memiliki port pada module interface yang memiliki speed up to 10 Gbps. Begitu pula dengan *distribution switch* huawei S5700 memiliki jumlah port sama dengan *access switch* cisco 3560 dengan speed 10/100/1000 Mbps yakni 24 port dan tidak memiliki port dengan speed up to 10 Gbps.

4.2.2 Analisis Keseluruhan Spesifikasi Perangkat

Berdasarkan data tabel spesifikasi diatas, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat huawei mulai dari *core switch* dan *distribution switch* memiliki *port* dengan fitur transmisi 10G. Sedangkan perangkat cisco tidak memiliki fitur transmisi 10G. Meskipun *access switch* dari huawei tidak memiliki kemampuan tranmisi 10G tetapi hal itu tidak menjadi masalah karena estimasi trafik yang terjadi di tiap *access switch* tidak mencapai lebih dari 1 Gbps.

4.3 Analisis Biaya Perangkat

Biaya merupakan salah satu faktor penting yang harus selalu diperhatikan terutama dalam hal penyediaan perangkat dalam suatu jaringan kampus yang luas seperti jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Perbandingan biaya pada tugas akhir ini dikelompokkan menjadi 3 bagian sesuai dengan jenis perangkatnya.

4.3.1 Biaya Produksi Perangkat

4.3.1.1 Core switch

Perbandingan biaya antara *core switch* cisco 6509 dengan *core switch* huawei S12708 terdapat pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Perbandingan Biaya *Core switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Jumlah Perangkat	Biaya Satuan
cisco	6509	1	\$28.000
huawei	S12708	1	\$17.800

Biaya produksi yang dikeluarkan untuk perangkat *core switch* 1 buah jika memakai perangkat *core switch* cisco 6509 adalah \$28.000. Sedangkan biaya produksi yang dikeluarkan jika memilih perangkat *core switch* huawei S12708 yaitu \$17.800.

4.3.1.2 Distribution switch

Perbandingan biaya antara *distribution switch* cisco 4900 dengan *distribution switch* huawei S5710 terdapat pada tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Perbandingan Biaya *Distribution switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Jumlah Perangkat	Biaya Satuan
cisco	4900	8	\$16.019
huawei	S5710	8	\$10.812

Biaya produksi yang dikeluarkan untuk perangkat *distribution switch* 8 buah jika memakai perangkat *distribution switch* cisco 4900 adalah $\$16.019 \times 8 = \128.152 . Sedangkan biaya produksi yang dikeluarkan jika memilih perangkat *distribution switch* huawei S5710 yaitu $\$10.812 \times 8 = \86.496 .

4.3.1.3 Access switch

Perbandingan biaya antara *access switch* cisco 3560 dengan *access switch* huawei S5700 terdapat pada tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Perbandingan Biaya *Access switch*

Vendor	Tipe Perangkat	Jumlah Perangkat	Biaya Satuan
cisco	3560	31	\$3.566
huawei	S5700	31	\$2.906

Biaya produksi yang dikeluarkan untuk perangkat *core switch* 31 buah jika memakai perangkat *access switch* cisco 3560 adalah $\$3.566 \times 31 = \110.546 . Sedangkan biaya produksi yang dikeluarkan jika memilih perangkat *access switch* huawei S5700 yaitu $\$2.906 \times 31 = \90.086 .

4.3.2 Analisis Total Biaya Produksi Dan Maintenance

Total biaya produksi yang dibutuhkan untuk pengadaan perangkat jaringan ITS dengan menggunakan perangkat cisco yakni $\$28.000 + \$128.152 + \$110.546 = \266.698 . Sedangkan biaya total produksi jika memakai perangkat huawei adalah $\$17.800 + \$86.496 + \$90.086 = \194.382 .

Total biaya *maintenance* yang dibutuhkan dalam 5 tahun diasumsikan 10% dari harga produksi, 10% tersebut merupakan asumsi garansi dalam 5 tahun apabila terdapat perangkat-perangkat yang rusak. Biaya *maintenance* untuk perangkat cisco dalam 5 tahun

adalah $\$266.698 \times 10\% = \26.670 . Sedangkan untuk huawei adalah $\$194.382 \times 10\% = \19.438 .

Total biaya produksi dan *maintenance* antara 2 vendor yang berbeda tersebut dapat dilihat pada tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Perbandingan Biaya Total

Vendor	Biaya Produksi	Biaya Maintenance	Total Biaya
cisco	\$266.698	\$26.670	\$293.368
huawei	\$194.382	\$19.438	\$214.420

Berdasarkan tabel 4.8, dapat diketahui dari segi biaya huawei memiliki biaya produksi dan *maintenance* yang lebih rendah \$78.948. Dari biaya produksi saja dapat diketahui memiliki efisiensi biaya 27%.

4.4 Analisis Performansi Perangkat

Pengukuran yang dilakukan pada masing-masing *core switch* melalui *port* interface dengan spesifikasi yang sama yakni *port up to 1 Gbps*. Pengukuran dilakukan dengan mengirimkan trafik dengan jumlah yang sama pada tiap-tiap perangkat yang dalam hal ini perangkat *core switch* cisco dan perangkat *core switch* huawei. Setelah itu dilihat performansi pada perangkat tersebut setelah mendapat kiriman trafik dengan jumlah yang variatif dan sama terhadap tiap perangkat.

4.4.1 Pengukuran Performansi Core switch

4.4.1.1 Core Switch Cisco

Trafik yang dikirim kepada *core switch* cisco per detiknya yaitu 125Kb, 625Kb, 1Mb, 1,25Mb, 2,5Mb, 6,25Mb, 12,5Mb. Performansinya dapat dilihat pada tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Hasil Performansi *Core switch* Cisco (1)

Jumlah Trafik (Mbps)	Performansi		
	<i>Throughput</i> (Mbps/sec)	<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Jitter</i> (ms)
0,125	0,125	0	1,131
0,625	0,624	0	3,203
1	0,998	0	0,658
1,25	1,247	0	3,206
2,5	2,499	0	0,808
6,25	6,226	0,4	0,26
12,5	12,371	1,1	0,516

Tabel 4.10 Hasil Performansi *Core switch* Cisco (2)

Jumlah Trafik (Mbps)	Performansi		
	<i>Throughput</i> (Mbps/sec)	<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Jitter</i> (ms)
0,125	0,125	0	0,618
0,625	0,625	0	1,285
1	0,998	0	2,745
1,25	1,248	0	0,679
2,5	2,5	0	0,284
6,25	6,229	0,31	0,322
12,5	12,312	1,5	0,265

4.4.1.2 Core Switch Huawei

Trafik yang dikirim kepada *core switch* cisco ini yaitu 125Kb, 625Kb, 1Mb, 1,25Mb, 2,5Mb, 6,25Mb, 12,5Mb. Performansinya dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil Performansi *Core switch* Huawei (1)

Jumlah Trafik (Mbps)	Performansi		
	<i>Throughput</i> (Mbps/sec)	<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Jitter</i> (ms)
0,125	0,125	0	1,027
0,625	0,625	0	2,776
1	0,998	0	2,036
1,25	1,25	0	2,987
2,5	2,5	0	1,075
6,25	6,245	0	1,729
12,5	12,371	0	0,307

Tabel 4.12 Hasil Performansi *Core switch* Huawei (2)

Jumlah Trafik (Mbps)	Performansi		
	<i>Throughput</i> (Mbps/sec)	<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Jitter</i> (ms)
0,125	0,125	0	0,745
0,625	0,625	0	1,466
1	0,998	0	2,013
1,25	1,249	0	1,212
2,5	2,5	0	0,817
6,25	6,239	0	0,674
12,5	12,312	0	0,045

4.4.2 Analisis Performansi *Core switch*

Seperti yang tertera pada tabel 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 bahwa nilai dari *throughput* kedua perangkat hampir sama. Namun, dari segi *packet loss* dan *jitter* hasilnya berbeda. Pada saat pengukuran pertama dan kedua, huawei unggul dari sisi *packet loss* ketika nilai trafik yang diberikan 6,25 Mbps dan 12,5 Mbps. Dari sisi *jitter* huawei unggul pada pengukuran pertama namun cisco cenderung unggul pada pengukuran kedua. Hasil dari perbandingan keseluruhan pengukuran 1 dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perbandingan Performansi CS Huawei – Cisco (1)

Jumlah Trafik (Mbps)	Perbandingan Performansi (huawei - cisco)		
	<i>Throughput</i> (Mbps)	<i>Packet Loss</i> (%)	<i>Jitter</i> (ms)
0,125	0	0	-0,104
0,625	0,001	0	-0,427
1	0	0	1,378
1,25	0,003	0	-0,219
2,5	0,001	0	0,267
6,25	0,019	-0,4	1,469
12,5	0	-1,1	-0,209

Gambaran perbandingan performansi pada pengukuran kedua dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan Performansi CS Huawei – Cisco (2)

Jumlah Trafik (Mbps)	Perbandingan Performansi (huawei - cisco)		
	<i>Throughput (Mbps)</i>	<i>Packet Loss (%)</i>	<i>Jitter(ms)</i>
0,125	0	0	0,127
0,625	0	0	0,181
1	0	0	-0,732
1,25	0,001	0	0,533
2,5	0	0	0,533
6,25	0,01	-0,31	0,352
12,5	0	-1,5	-0,22

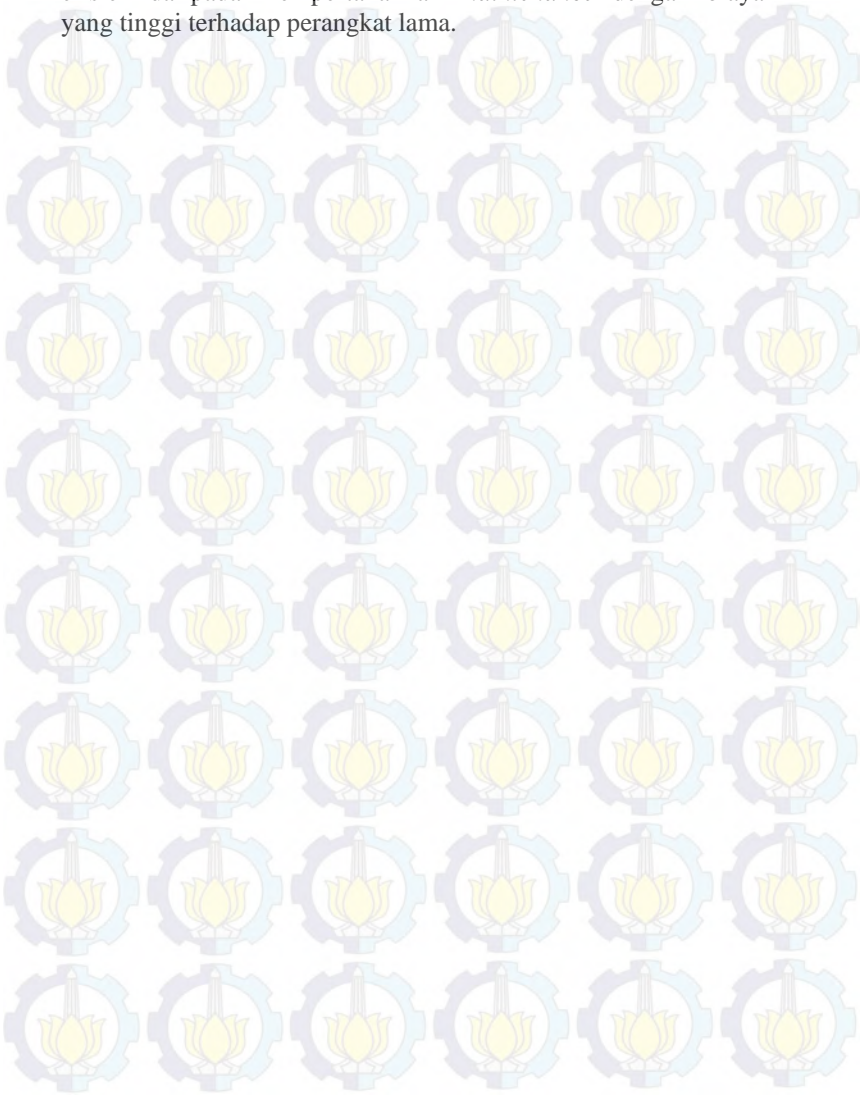
Berdasarkan hasil rekapitulasi analisis jaringan dan perbandingan perangkat cisco dan huawei, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat huawei memiliki keunggulan pada spesifikasi dan biaya serta performansi. Jaringan baru yang diusulkan pada jaringan ITS yaitu sebagai berikut.

- 1 buah *core switch* huawei s12708 dengan spesifikasi *speed* transmisi *up to 10 Gbps* yang akan menjadi pusat transmisi oleh 8 *distribution switch*. *Core switch* huawei s12708 diproduksi dengan biaya \$17.800.
- 8 buah *distribution switch* huawei s5710 yang memiliki 24 *port* 10/100/1000 Mbps dan 4 *port* 10 Gbps diproduksi dengan biaya \$86.496.
- 31 buah *access switch* yang diproduksi dengan biaya \$90.086 memiliki 24 *port* 10/100/1000 Mbps. *Access switch* ini dipasang di berbagai jurusan.

Beberapa faktor yang juga diperhatikan dalam melakukan penyegaran jaringan ITS yaitu sebagai berikut.

- Kondisi perangkat *existing* yang telah bekerja selama 7 tahun sejak tahun 2008 sampai saat ini.
- Kebutuhan akan informasi yang memiliki *basic* teknologi yang semakin besar diterapkan oleh mahasiswa dan dosen dalam aktifitas akademik.

- Menimbang antara biaya pengadaan perangkat baru yang lebih efisien daripada mempertahankan *maintenance* dengan biaya yang tinggi terhadap perangkat lama.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis terhadap arsitektur jaringan dan hasil pengukuran, kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Berdasarkan *monitoring* trafik yang dilakukan pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) maka dapat disimpulkan bahwa jaringan ITS memerlukan suatu penyegaran terutama pada perangkat-perangkat jaringannya.
2. Estimasi trafik yang dihitung berdasarkan data sangfor menandakan bahwa perangkat-perangkat jaringan *existing* perlu untuk di *upgrade* dengan spesifikasi yang lebih tinggi, terutama pada hal kecepatan transmisi yakni mencapai 10G.
3. Perangkat-perangkat yang di *upgrade* menjadi transmisi 10G tidak harus secara keseluruhan. Pada perhitungan estimasi trafik dinilai bahwa hanya 1 buah *core switch* dan 8 buah *distribution switch* yang diharuskan untuk di *upgrade* menjadi transmisi 10G. Untuk 31 perangkat *access switch* menggunakan perangkat dengan transmisi 1G.
4. Perangkat-perangkat yang diusulkan pada tugas akhir ini adalah *core switch* huawei S12708 dengan kemampuan transmisi 10G yang menggantikan *core switch* cisco 6509, *distribution switch* huawei S5710 dengan kemampuan transmisi 10G yang menggantikan *distribution switch* cisco 4900, *access switch* huawei S5700 yang menggantikan *access switch* cisco 3560.
5. Pada analisis biaya juga dapat disimpulkan bahwa perangkat-perangkat huawei memiliki biaya yang lebih rendah daripada perangkat cisco, dengan efisiensi sebesar 27%.
6. Dari segi performansi *core switch* juga telah dianalisis, hasilnya perangkat huawei memiliki performansi yang cenderung lebih baik daripada perangkat cisco, performansi throughput huawei

cenderung unggul 0 - 0,019 Mbps, sedangkan untuk performansi packet loss huawei cenderung unggul 0 - 1,5%

7. Beberapa faktor penunjang dalam penyegaran jaringan ITS yakni usia dari perangkat jaringan existing yang sudah mencapai 8 tahun semenjak 2008 beroperasi

5.2 Saran

Dari hasil pengamatan dan analisis yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk pengembangan Tugas Akhir berikutnya antara lain:

1. Pemahaman tentang *tools* yang terdapat pada berbagai *software* penunjang seperti *microsoft visio*, *cacti*, *sangfor*, dan *jperf* lebih diperdalam lagi.
2. Ketelitian perhitungan dalam melakukan estimasi trafik dan ketelitian pada saat melakukan pengukuran performansi perlu diperhatikan untuk hasil yang diinginkan.
3. Sebaiknya PC atau laptop yang digunakan untuk melakukan pengukuran dilengkapi dengan (*Graphics Processing Units*) GPU untuk mempercepat waktu simulasi.
4. Perbandingan referensi perangkat lebih diperbanyak, tidak hanya dari vendor huawei dan cisco saja.
5. Analisis dan pengukuran dilakukan di seluruh jaringan *backbone* dan jaringan akses termasuk pada *access point* dan *user*.
6. Menggabungkan perangkat dengan beda vendor dengan menggunakan prinsip *route redistribute* jika nantinya antar perangkat tersebut memiliki *routing protocol* yang berbeda.
7. Estimasi trafik yang dilakukan lebih teliti dengan memperbanyak data pemakaian tiap-tiap *user* pada jaringan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

LAMPIRAN

6.1. Datasheet Core Cisco



Class Sheet

Cisco Catalyst 6500 Series 10/100 and 10/100/1000 Ethernet Interface Modules

As the premier Cisco® modular multilayer switch, the Cisco Catalyst® 6500 Series delivers secure, converged services from the wiring closet to the core, to the data center, and to the WAN edge.

The Cisco Catalyst 6500 Series provides the broadest selection of 10/100 and 10/100/1000 Ethernet media, Power over Ethernet (PoE) (inline power) options, densities, performance, interoperability, and chassis deployment options. From basic wiring closets and small campus distribution and core layers to high-performance data centers, the Cisco Catalyst 6500 Series 10/100BASE-TX modules scale from 16 ports up to 1152 ports, and the 10/100/1000BASE-TX modules scale from 16 ports up to 576 ports in a single Cisco Catalyst 6500 Series chassis. Cisco Catalyst 6500 Series 10/100 and 10/100/1000 modules are the key enablers of a Borderless Network access solution. Cisco with the Catalyst 6500 is the best choice for architecting and deploying holistic, cost-effective network access architecture. Securely connecting to anyone, anywhere, using any device. These modules are available in copper shielded twisted-pair (UTP) and shielded twisted-pair (STP) using RJ-45 or RJ-21 making it the most widely deployed Cisco IP Telephony port enabled campus switch.

Note: Refer to the "Cisco Catalyst 6500 Series Mixed-Media Gigabit Ethernet Interface Modules" data sheet for information about modular physical layer deployment options using gigabit interface converters (GBICs) and Small Form-Factor Pluggable (SFP) form factors.

- IEEE 802.3at PoE support (for example, IP phone and wireless access point)—These modules support PoE field upgrade, network-interface-card (NIC) and phone auto detection (phone discovery), and voice VLANs.
- IEEE 802.3at PoE+ support—Providing support for up to 30W per device. IEEE 802.3at is ideal for IP telephony, wireless LAN access points and thin client deployments.
- Simplified network operation with cable fault detection—These modules offer the ability to test cabling using a time domain reflectometer (TDR), which sends signals down the cable to identify faults in each twisted pair (available on some 10/100 and all 10/100/1000 Ethernet-over-copper interface modules).
- Range of port densities—These modules are available with 16 to 96 ports per module, enabling up to 1152 10/100BASE-TX ports or 576 10/100/1000BASE-TX ports per 13-slot chassis (configured with 12 interface modules).
- Scalable and predictable system performance—These modules provide a selection of switch-fabric connections and throughput options: 32-, 256-, and 720-Gbps bandwidth with a system throughput of 15, 30, 210, and up to 400 Mpps.
- IEEE 802.3 triple-speed autonegotiation—These modules allow switches to negotiate speed (10, 100, and 1000 Mbps) and duplex mode (half or full) with attached devices.
- Superior traffic management—These modules are available with large (up to 1 MB per interface) buffers and up to 4 transmit queues to aid in congestion avoidance, traffic prioritization, and policing; multiple thresholds can be configured to manage differentiated levels of service.

Table 7. Cisco Catalyst 6500 Series 10/100 and 10/100/1000 Ethernet Interface Modules

Product Number	Description
10/100/1000	
WS-X6748-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Cisco Express Forwarding 720 Interface Module; field-upgradable to support distributed forwarding with the addition of the distributed forwarding daughter card (part number WS-F6700-DFC3A*)
WS-X6548-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Cisco Express Forwarding 256 Interface Module; field-upgradable to support Cisco Prestandard PoE daughter card (part number WS-F6K-VPWR-GE*) or 802.3af PoE daughter card (part number WS-F6K-GE48-AF*)
WS-X6548-GE-45AF	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Cisco Express Forwarding 256 Interface Module with 802.3af PoE daughter card (that is, includes daughter card [part number WS-F6K-GE48-AF*])
WS-X6548V-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Cisco Express Forwarding 256 Interface Module with Cisco Prestandard PoE Daughter Card (that is, includes daughter card [part number WS-F6K-VPWR-GE*])
WS-X6516-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 16-Port 10/100/1000 RJ-45 Cisco Express Forwarding 256 Interface Module; field-upgradable to support distributed forwarding with the addition of the distributed forwarding daughter card (part number WS-F6K-DFC* or DFC3)
WS-X6148E-GE-45AT	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module with IEEE 802.3af PoE and IEEE 802.3at PoE+ support
WS-X6148A-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module; field-upgradable to support 802.3af PoE daughter card (part number WS-F6K-GE48-AF*)
WS-X6148-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module; field-upgradable to support Cisco Prestandard PoE Daughter Card (part number WS-F6K-VPWR-GE*) or 802.3af PoE daughter card (part number WS-F6K-GE48-AF*)
WS-X6148A-GE-45AF	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module with 802.3af PoE daughter card (that is, includes daughter card [part number WS-F6K-GE48-AF*])
WS-X6148-GE-45AF	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module with 802.3af PoE daughter card (that is, includes daughter card [part number WS-F6K-GE48-AF*])
WS-X6148V-GE-TX	Cisco Catalyst 6500 Series 48-Port 10/100/1000 RJ-45 Classic Interface Module with Cisco Prestandard PoE Daughter Card (that is, includes daughter card [part number WS-F6K-VPWR-GE*])

6.2. Datasheet Distribution Cisco



Data Sheet

Cisco Catalyst 4900M Switch

High-Performance Small Form-Factor Cisco Catalyst Switch with Flexibility and Investment Protection for Top-of-Rack Switching or Midmarket Collapsed Core and Aggregation Layer Deployment

Product Overview

The Cisco® Catalyst® 4900M Switch (Figure 1) is designed for data center network top-of-rack switching and midmarket collapsed core and aggregation layer deployment. Optimized for ultimate deployment flexibility for the data center, the Cisco Catalyst 4900M can be deployed for 10/100/1000 or 1/10GBASE-T server access with 1:1 uplink-to-downlink oversubscription and environments with a mix of 10/100/1000 and 10 Gigabit Ethernet servers or all 10 Gigabit Ethernet servers.

The Cisco Catalyst 4900M is a 320-Gbps, 250-million-packets-per-second (mppps), two-rack-unit (2RU) fixed-configuration switch with eight fixed wire-speed XG2 ports on the base unit and two optional half-card slots for deployment flexibility and investment protection. Low latency, scalable buffer memory, and high availability with 1+1 hot-swappable AC or DC power supplies and a field-replaceable fan tray optimize the Cisco Catalyst 4900M for data centers of any size.

For the midmarket collapsed core and aggregation layer and in the branch office, the Cisco Catalyst 4900M provides an ideal solution for space-constrained deployments that require high-performance wire-speed services and high availability. With the unique semirigid architecture and support of the Cisco TwinGig Converter Module, the Cisco Catalyst 4900M can be used in a collapsed core and aggregation layer LAN deployment, providing the flexibility to deploy Gigabit Ethernet now and cost-effectively migrate to 10 Gigabit Ethernet as requirements change.

The Cisco Catalyst 4900M configuration provides wire-speed connection, buffers to handle bursty traffic, and a comprehensive set of Layer 3 features required at the collapsed core and aggregation layer of the network. The Cisco Catalyst 4900M also supports a suite of ease-of-management features to simplify operations.

Figure 1. Cisco Catalyst 4900M Switch



Table 4. Cisco Catalyst 4900 Series Hardware Comparison

Feature and Description	Cisco Catalyst 4940	Cisco Catalyst 4948—10GE	Cisco Catalyst 4900M
Switching capacity	96 Gbps	136 Gbps	320 Gbps
Throughput	72 mpps	102 mpps	250 mpps for IPv4 125 mpps for IPv6
IPv6 support	In software	In software	In hardware
Height	1RU	1RU	2RU
Modular half-card slots	0	0	2
Maximum 10/100/1000 Ports	48	48	40

6.3. Datasheet Access Cisco



Data Sheet

Cisco Catalyst 3560 Series Switches

Product Overview

The Cisco® Catalyst® 3560 Series is a line of fixed-configuration, enterprise-class switches that include IEEE 802.3af and Cisco prestandard Power over Ethernet (PoE) functionality in Fast Ethernet and Gigabit Ethernet configurations. The Cisco Catalyst 3560 is an ideal access layer switch for small enterprise LAN access or branch-office environments, combining both 10/100/1000 and PoE configurations for maximum productivity and investment protection while enabling the deployment of new applications such as IP telephony, wireless access, video surveillance, building management systems, and remote video kiosks. Customers can deploy networkwide intelligent services such as advanced quality of service (QoS), rate limiting, access control lists (ACLs), multicast management, and high-performance IP routing while maintaining the simplicity of traditional LAN switching. Available for the Cisco Catalyst 3560 Series at no charge, the Cisco Network Assistant is a centralized management application that simplifies the administration tasks for Cisco switches, routers, and wireless access points. Cisco Network Assistant provides configuration wizards that greatly simplify the implementation of converged networks and intelligent network services.

The Cisco Catalyst 3560 is part of a larger and more scalable family of Cisco Catalyst switches that includes the Cisco Catalyst 3560-E Series switches, the Cisco Catalyst 3750 and 3750-E Series switches with Cisco StackWise™ technology, and the Cisco Catalyst 4500 and Catalyst 6500 modular switches. United by Cisco IOS® software, the entire family offers industry-leading availability, integrated security, optimized delivery, and manageability.

Configurations

The Cisco Catalyst 3560 Series comprises the following switches (refer to Figure 1):

Figure 1. Cisco Catalyst 3560 Switches



- Cisco Catalyst 3560-8PC: 8 Ethernet 10/100 ports with PoE and 1 dual-purpose 10/100/1000 and SFP port; compact form factor with no fan
- Cisco Catalyst 3560-12PC: 12 Ethernet 10/100 ports with PoE and 1 dual-purpose 10/100/1000 and SFP port; compact form factor with no fan
- Cisco Catalyst 3560-24TS: 24 Ethernet 10/100 ports and 2 Small Form-Factor Pluggable (SFP)-based Gigabit Ethernet ports; 1 rack unit (RU)

Table 7. Ordering Information for Cisco Catalyst 3560 Series Switches

Part Numbers	Description
WS-C3560-8PC-S	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Ethernet 10/100 ports and 1 dual-purpose 10/100/1000 and SFP port • Compact form-factor with no fan • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IEEE 802.3af and Cisco prestandard Power over Ethernet • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3560-12PC-S	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Ethernet 10/100 ports and 1 dual-purpose 10/100/1000 and SFP port • Compact form-factor with no fan • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IEEE 802.3af and Cisco prestandard Power over Ethernet • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3560-24TS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 1RU fixed-configuration, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3560-24TS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • RU fixed-configuration, multilayer switch

6.4. Datasheet Core Huawei



S12700 Series Agile Switches

HUAWEI S12700 series agile switches are designed for next-generation campus networks. Using a fully programmable architecture, the S12700 series allows fast, flexible function customization and supports a smooth evolution to Software-Defined Networking (SDN). The S12700 series uses a Huawei Ethernet Network Processor (ENP) and provides a native Wireless Access Controller (AC) to help build a wired and wireless converged network. Its Unified User Management capabilities deliver unified user and service management, and Huawei's Packet Classification Algorithm for Internet (PCA) supports high-precision monitoring of any service flow, helping manage services in a more refined way. The S12700 series runs the Huawei Versatile Routing Platform (VRP), which provides high-performance L2/L3 switching service and rich network services, such as Multiprotocol Label Switching (MPLS), VPN, hardware IPv6, desktop cloud, and video conferencing. In addition, the S12700 series offers a variety of reliability technologies, including in-service software upgrade, nonstop forwarding, Cluster Switch System Generation2 (CSS2), a switch fabric hardware clustering system that allows 1+1 backup of Main Processing Unit (MPU), hardware BFD, BFD, and ring network protection. These technologies help improve productivity and maximize network operation time, reducing Total Cost of Ownership (TCO).

The S12700 series is available in three models: S12704, S12708, and S12712.



S12712



S12708



S12704

100M/1000M Ethernet electrical interface cards

ET1D2G48TEA0	48-port 10/100/1000 BASE-T interface card (EA, RJ45)
ET1D2G48TEC0	48-port 10/100/1000 BASE-T interface card (EC, RJ45)
ET1D2G48TX1E	48-port 10/100/1000 BASE-T interface card (X1E, RJ45)*

100M/1000M Ethernet optical interface cards

ET1D2G24SEC0	24-port 100/1000 BASE-X interface card (EC, SFP)
ET1D2G48SEA0	48-port 100/1000 BASE-X interface card (EA, SFP)
ET1D2G48SEC0	48-port 100/1000 BASE-X interface card (EC, SFP)
ET1D2G48SX1E	48-port 100/1000 BASE-X interface card (X1E, SFP)

100M/1000M Ethernet electrical and optical interface cards

ET1D2T36SEA0	36-port 10/100/1000 BASE-T and 12-port 100/1000 BASE-X interface card (EA, RJ45/SFP)
--------------	--

10 GE optical interface cards

ET1D2X04XEA0	4-port 10G BASE-X interface card (EA, XFP)
ET1D2X04XEC1	4-port 10G BASE-X interface card (EC, XFP)
ET1D2S04SX1E	4-port 10G BASE-X and 24-port 100/1000 BASE-X and 8-port 10/100/1000 BASE-T combo interface card (X1E, RJ45/SFP/SFP+)

6.5. Datasheet Distribution Huawei

S5700-EI Series Gigabit Enterprise Switches

Product Overview

The S5700-EI series gigabit enterprise switches (S5700-EI) are next-generation emerging switches developed by Huawei to meet the demand for high-bandwidth access and Ethernet multi-service aggregation. Based on the outstanding hardware and Huawei Versatile Routing Platform (VRP) software, the S5700-EI provides a large switching capacity and high-density GE ports to implement 10 Gbps upstream transmissions. The S5700-EI is for use in various enterprise network scenarios. For example, it can function as an access or aggregation switch on a campus network, a gigabit access switch in an Internet data center (IDC), or a desktop switch to provide 1000+ Mbps access for terminals. The S5700-EI is easy to install and maintain, reducing workload for network planning, construction, and maintenance. The S5700-EI uses advanced reliability security, and energy conservation technologies, helping enterprise customers build a next-generation IT network.

Note: S5700-EI mentioned in this document refers to the whole S5700-EI series including S5710-EI, and descriptions about S5710-EI are unique features of S5710-EI.

Product Appearance

S5700-28C-EI



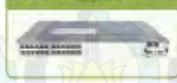
- 24x Ethernet 10/100/1000 ports
- Subcards supported: 4x1000Base-X SFP subcard, 2x10GE SFP+ subcard, and 4x10GE SFP+ subcard
- Double hot swappable ACDC power supplies
- Forwarding performance: 96 Mpps

S5700-28C-EI-24S



- 24x Gig SFP 4 of which are dual-purpose 10/100/1000 or SFP ports
- Subcards supported: 4x1000Base-X SFP subcard, 2x10GE SFP+ subcard, and 4x10GE SFP+ subcard
- Double hot swappable ACDC power supplies
- Forwarding performance: 96 Mpps

S5700-28C-PWR-EI



- 24x Ethernet 10/100/1000 ports
- Subcards supported: 4x1000Base-X SFP subcard, 2x10GE SFP+ subcard, and 4x10GE SFP+ subcard
- Double hot swappable AC power supplies
- PoE+
- Forwarding performance: 96 Mpps

S5700-52C-EI



- 48x Ethernet 10/100/1000 ports
- Subcards supported: 4x1000Base-X SFP subcard, 2x10GE SFP+ subcard, and 4x10GE SFP+ subcard
- Double hot swappable ACDC power supplies
- Forwarding performance: 132 Mpps

S5700-52C-PWR-EI



- 48x Ethernet 10/100/1000 ports
- Subcards supported: 4x1000Base-X SFP subcard, 2x10GE SFP+ subcard, and 4x10GE SFP+ subcard
- Double hot swappable AC power supplies
- PoE+
- Forwarding performance: 132 Mpps

Product Specifications

Item	S5700-28C-EI/ S5700-28C-PWR-EI	S5700-28C- EI-24S	S5700-52C-EI/ S5700-52C- PWR-E	S5710-28C-EI S5710-28C- PWR-EI-AC	S5710-52C-EI S5710-52C- PWR-EI S5710-52C- PWR-EI-AC
Fixed port	24x10/100/ 1000Base-T	24x100/ 1000Base-X, 4 of which are dual- purpose 10/100/ 1000 or SFP	48x10/100/ 1000Base-T	24x10/100/ 1000Base-T, 4 of which are dual- purpose 10/100/ 1000 or SFP, 4x10GE SFP+	48x10/100/ 1000Base-T, 4x10GE SFP+
Extended slot	S5700C Provide two extended slots, one for an uplink subcard and the other for a stack card. S5710C Provide two extended slots for uplink subcards.				

6.6. Datasheet Access Huawei

S5700-EI Series Gigabit Enterprise Switches



HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.



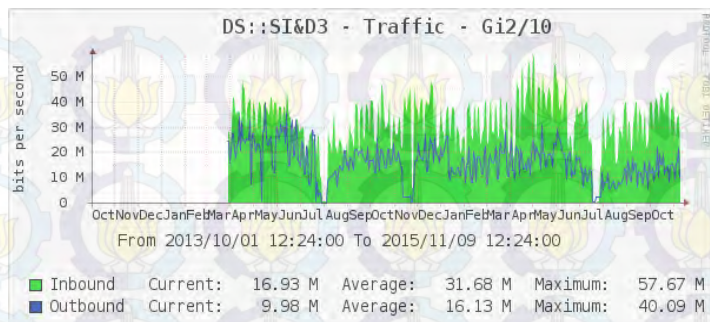
Product List

Product Description

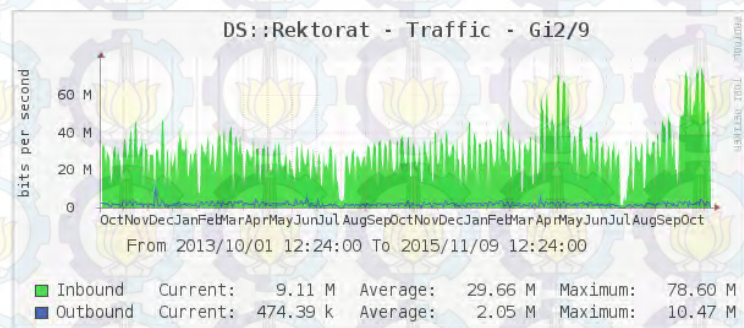
S5700-28C-EI-24S(24xGig SFP, 4 of which are dual-purpose 10/100/1000 or SFP, with 1 interface slot)

S5700-28C-EI(24xEthernet 10/100/1000 ports, 4 of which are dual-purpose 10/100/1000 or SFP, with 1 interface slot)

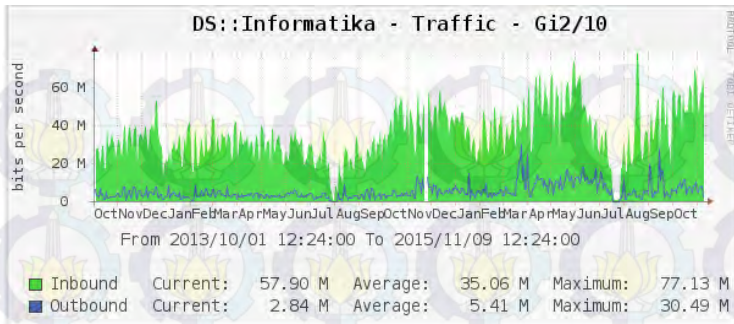
6.7. Trafik View Distribution Switch



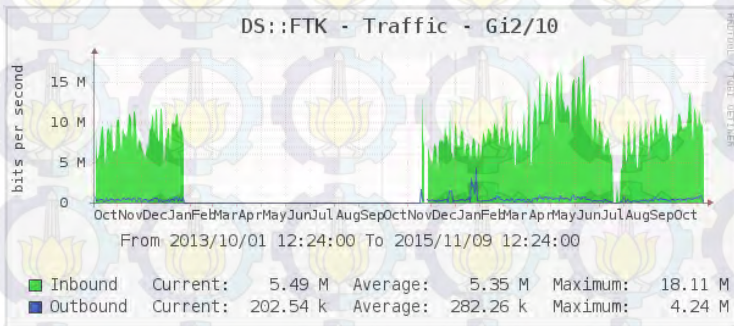
Gambar 6.1 Trafik *Distribution switch* S1 Dan D3 2 Tahun Terakhir



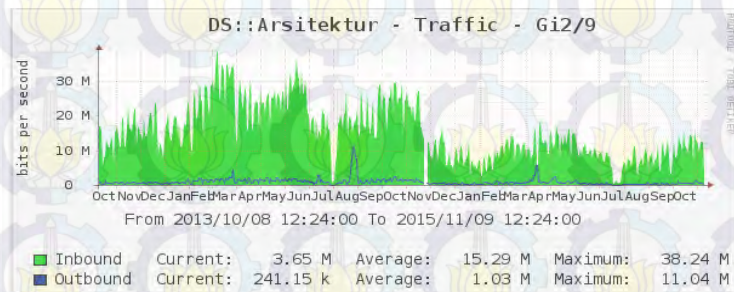
Gambar 6.2 Trafik *Distribution switch* Rektorat 2 Tahun Terakhir



Gambar 6.3 Trafik *Distribution switch* Informatika 2 Tahun Terakhir

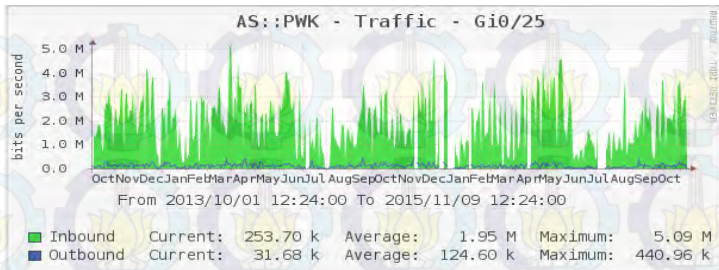


Gambar 6.4 Trafik *Distribution switch* FTK 2 Tahun Terakhir

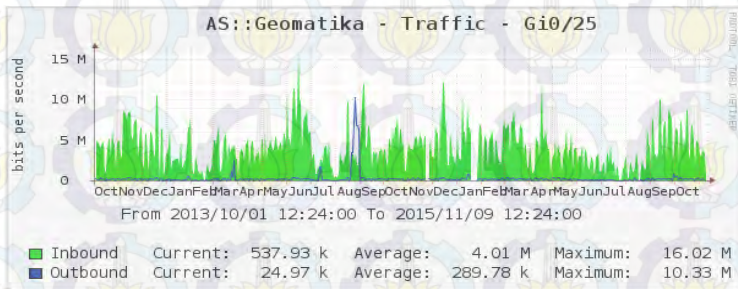


Gambar 6.5 Trafik *Distribution switch* Arsitektur 2 Tahun Terakhir

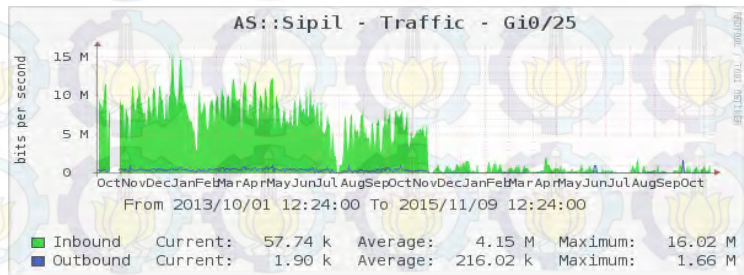
6.8. Trafik View Access Switch



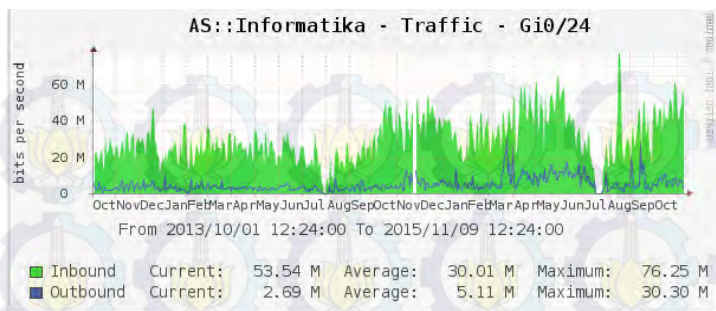
Gambar 6.6 Trafik Access switch PWK 2 Tahun Terakhir



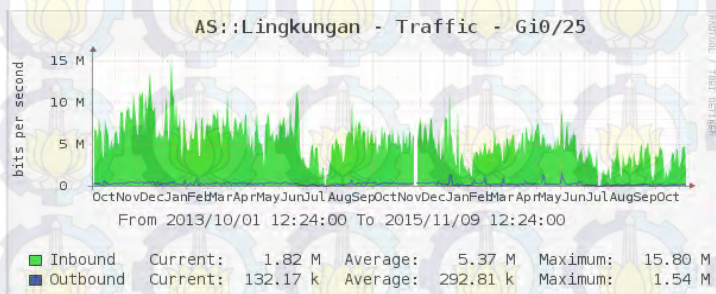
Gambar 6.7 Trafik Access switch Geomatika 2 Tahun Terakhir



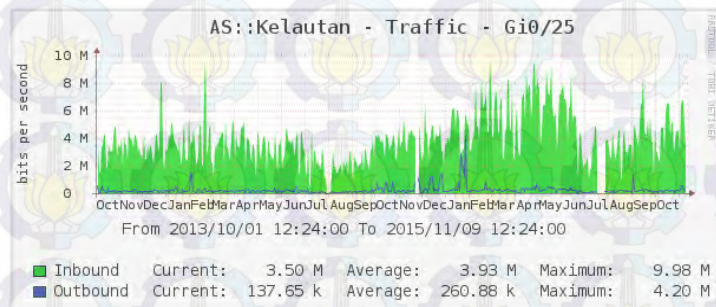
Gambar 6.8 Trafik Access switch Sipil 2 Tahun Terakhir



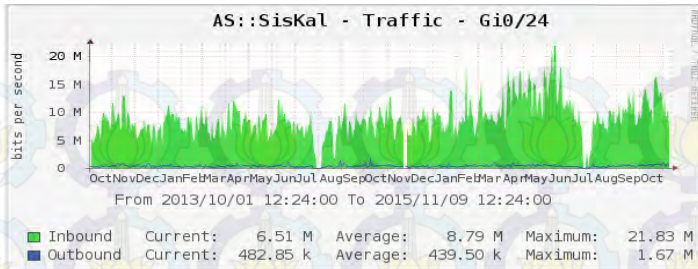
Gambar 6.9 Trafik *Access switch* Informatika 2 Tahun Terakhir



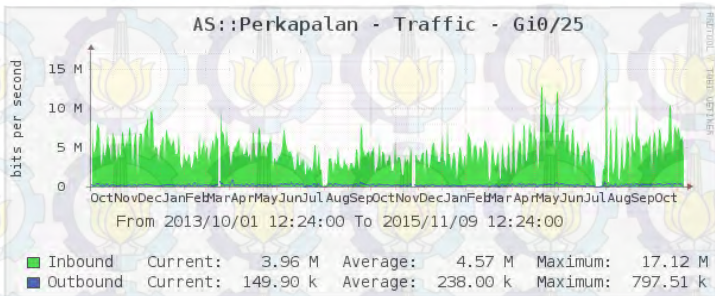
Gambar 6.10 Trafik *Access switch* Lingkungan 2 Tahun Terakhir



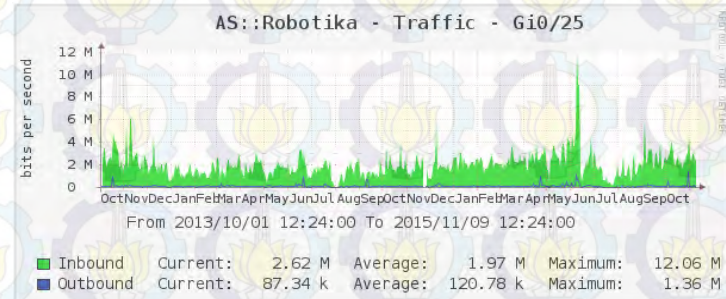
Gambar 6.11 Trafik *Access switch* Kelautan 2 Tahun Terakhir



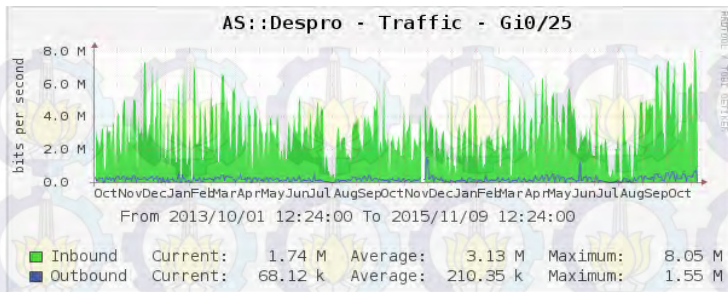
Gambar 6.12 *Trafik Access switch Siskal 2 Tahun Terakhir*



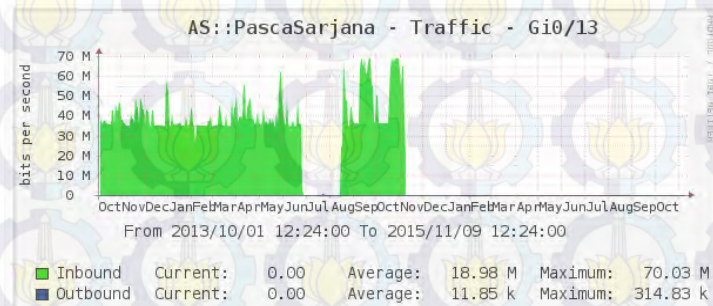
Gambar 6.13 *Trafik Access switch Perkapalan 2 Tahun Terakhir*



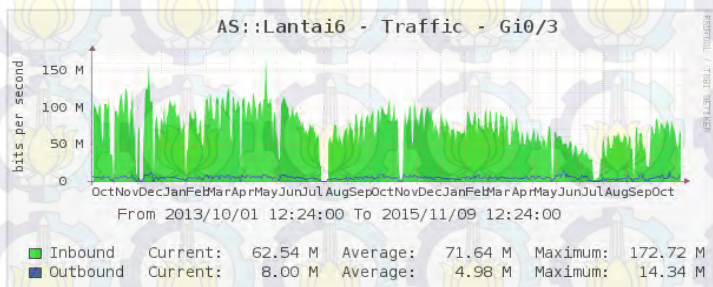
Gambar 6.14 *Trafik Access switch Robotika 2 Tahun Terakhir*



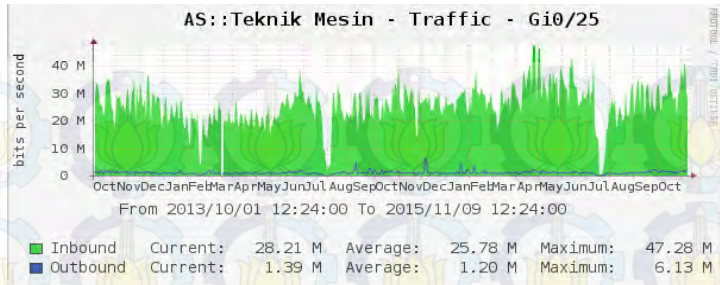
Gambar 6.14 *Trafik Access switch Despro 2 Tahun Terakhir*



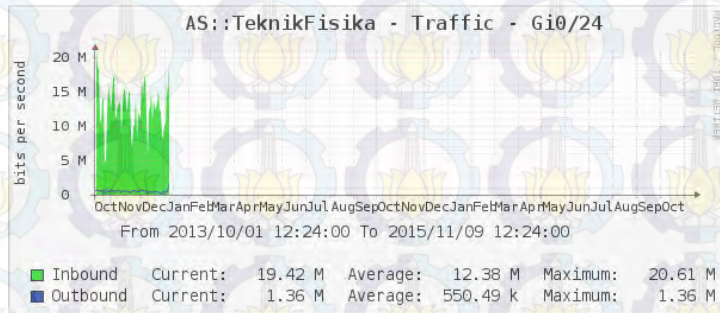
Gambar 6.15 *Trafik Access switch Pasca sarjana 2 Tahun Terakhir*



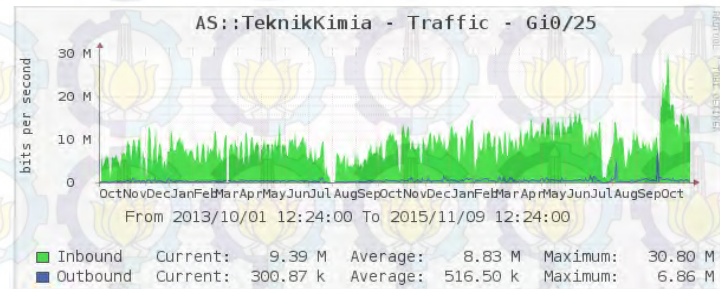
Gambar 6.16 *Trafik Access switch Lantai 6, 2 Tahun Terakhir*



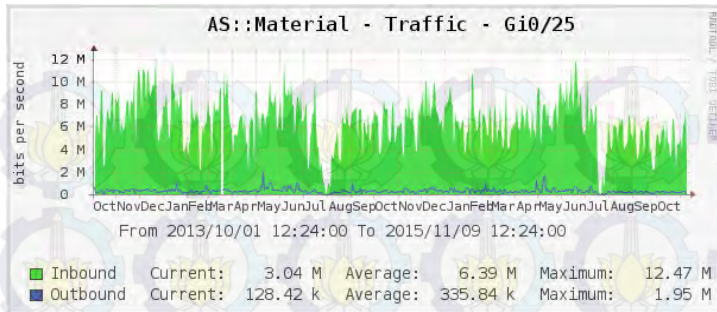
Gambar 6.17 Trafik Access switch Mesin 2 Tahun Terakhir



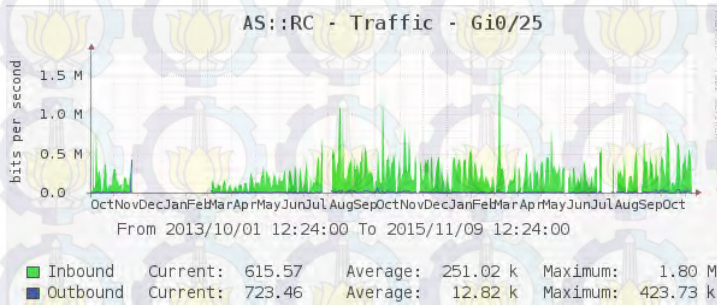
Gambar 6.18 Trafik Access switch Teknik Fisika 2 Tahun Terakhir



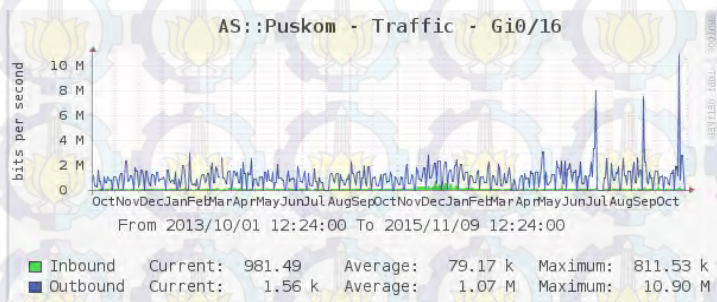
Gambar 6.19 Trafik Access switch Teknik Kimia 2 Tahun Terakhir



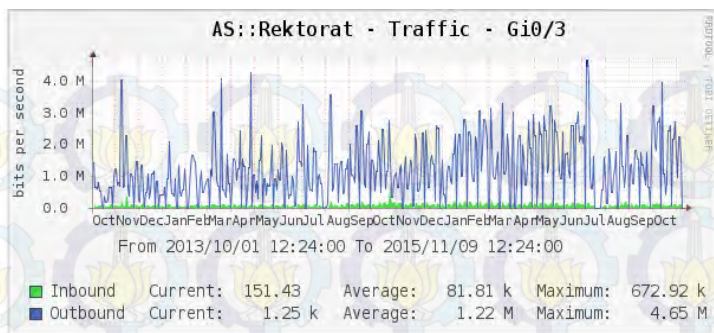
Gambar 6.20 Trafik Access switch Material 2 Tahun Terakhir



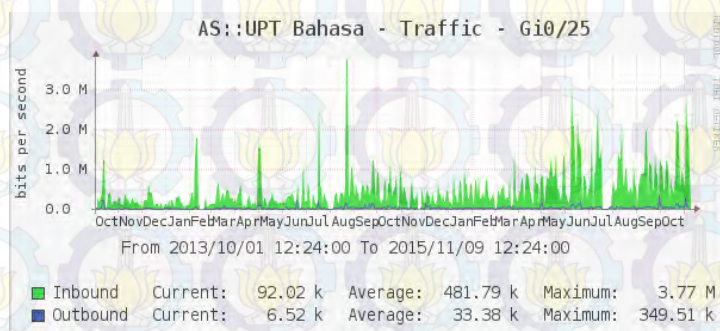
Gambar 6.21 Trafik Access switch RC 2 Tahun Terakhir



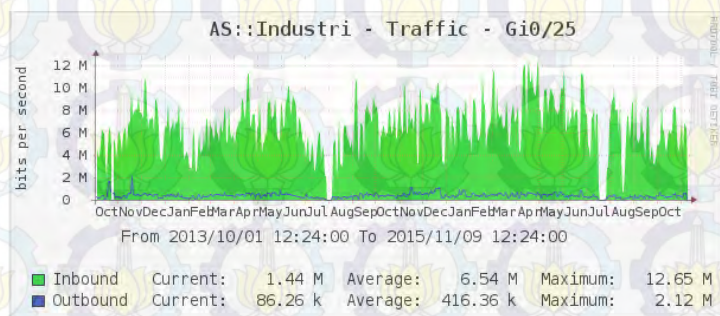
Gambar 6.22 Trafik Access switch Puskom 2 Tahun Terakhir



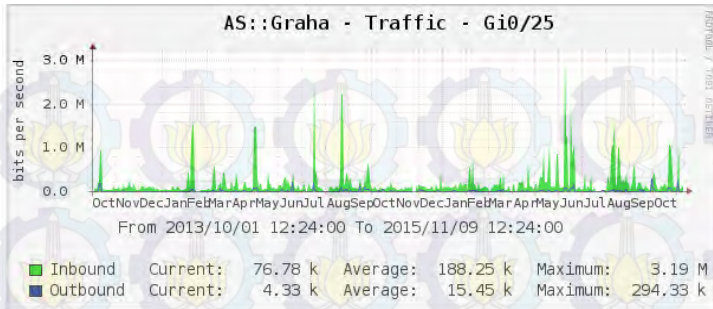
Gambar 6.23 Trafik Access switch Rektorat 2 Tahun Terakhir



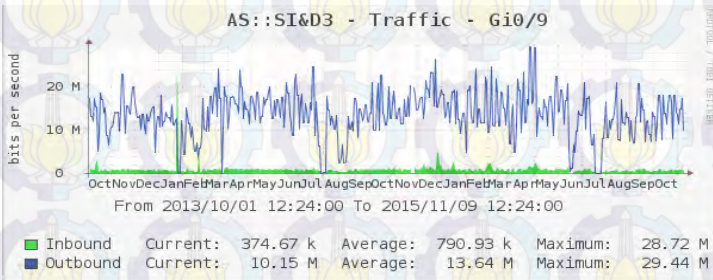
Gambar 6.24 Trafik Access switch UPT Bahasa 2 Tahun Terakhir



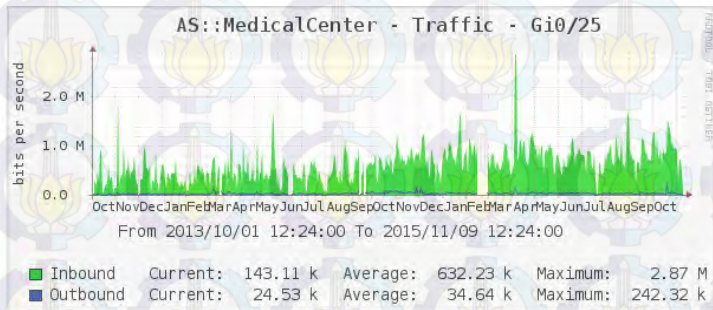
Gambar 6.25 Trafik Access switch Industri 2 Tahun Terakhir



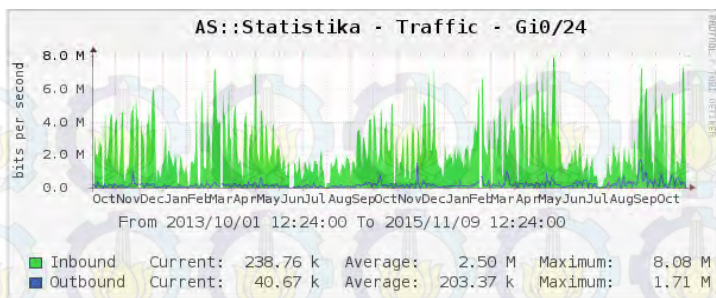
Gambar 6.26 Trafik Access switch Graha 2 Tahun Terakhir



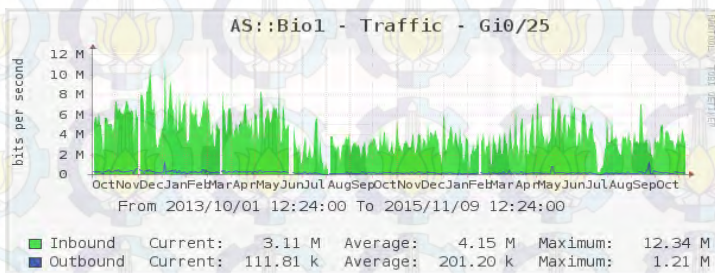
Gambar 6.27 Trafik Access switch S1 dan D3 2 Tahun Terakhir



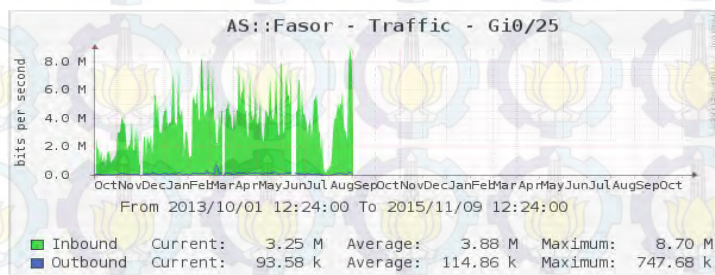
Gambar 6.28 Trafik Access switch Medical Center 2 Tahun Terakhir



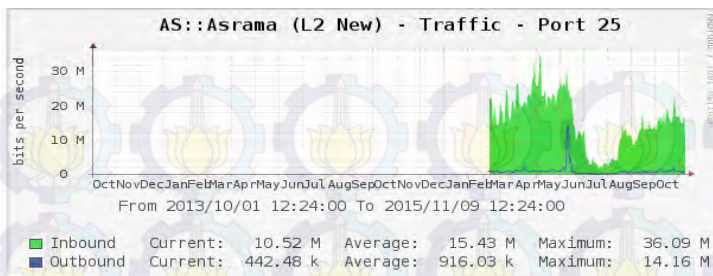
Gambar 6.29 Trafik Access switch Statistika 2 Tahun Terakhir



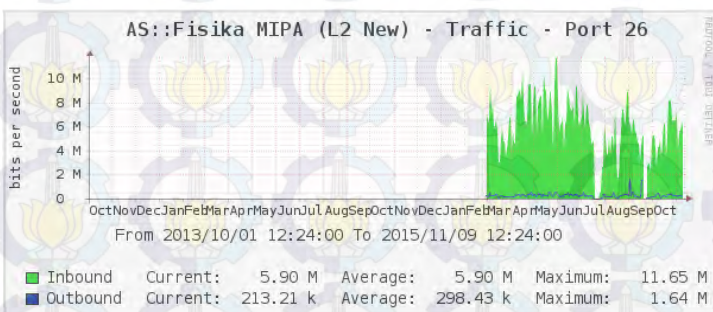
Gambar 6.30 Trafik Access switch Biologi 2 Tahun Terakhir



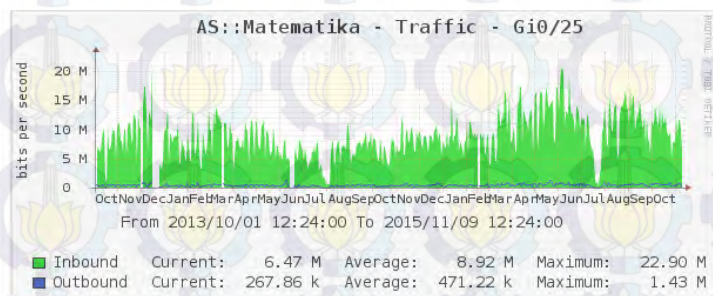
Gambar 6.31 Trafik Access switch Fasor 2 Tahun Terakhir



Gambar 6.32 Trafik Access switch Asrama 2 Tahun Terakhir



Gambar 6.33 Trafik Access switch Fisika 2 Tahun Terakhir



Gambar 6.34 Trafik Access switch Matematika 2 Tahun Terakhir

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ActForNet. "S5710-108C-PWR-HI(48 Ethernet 10/100/1000 PoE+ ports, 8 9 Gig SFP+, with 4 interface slots, without power module)". 13 November 2015. <http://actfor.net.com/store/S5710-108C-PWR-HI>
- [2] Ahmad, Aji. 2013. *Jaringan komputer skala kecil*, <http://www.ilmukomputer.org>
- [3] Arifin, Zaenal. *Langkah Mudah Membangun Jaringan Komputer*, Yogyakarta: Andi. 2005.
- [4] CDW."Cisco Catalyst 4900M – switch – 8 ports – managed – rack-mountable". 13 November 2015. <https://www.cdw.com/shop/products/Cisco-Catalyst-4900M-switch-8-ports-managed-rack-mountable/1392267.aspx>
- [5] CISCO. "Cisco Catalyst 3560 Series Switches Data Sheet". 16 November 2015. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-3560-series-switches/product_data_sheet09186a00801f3d7d.html
- [6] CISCO. "Cisco Catalyst 4900M Switch Data Sheet". 16 November 2015. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-4900-series-switches/Data_Sheet_Cat_4900M.html
- [7] CISCO. "Cisco Catalyst 6500 Series 10/100- & 10/100/1000-MBPS Ethernet Internet Modules Data Sheet". 16 November 2015. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-6500-series-switches/product_data_sheet0900aecd8017376e.html
- [8] CISCO."Enhanced Chassis for Catalyst 6500 Series and Sup Engine 720-3B". 13 November 2015. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-6500-series-switches/prod_bulletin0900aecd8017a5e7.html
- [9] CISCO. 2003. *The Cisco Three-Layered Hierarchical Model*, <http://www.mcmcs.com/cisco/guides>

- 
- [10] HongKong Yejian Technologies Co., Ltd. "ET1BS12712S0". 13 November 2015. <http://www.router-switch.com/et1bs12712s0-p-16287.html>
- [11] HongKong Yejian Technologies Co., Ltd. "S5700-52X-PWR-LI-AC". 14 November 2015. <http://www.router-switch.com/s5700-52x-pwr-li-ac-p-15917.html>
- [12] HongKong Yejian Technologies Co., Ltd. "WS-C3560-48PS-E". 14 November 2015. <http://www.router-switch.com/ws-c3560-48ps-e-p-452.html>
- [13] HUAWEI. "HUAWEI S5700-EI Switch Datasheet". 16 November 2015. http://e.huawei.com/en/related-page/products/enterprise-network/switches/campus-switches/s5700/brochure/Switches_S5700-EI
- [14] HUAWEI. "S12700 Series Agile Switches". 16 November 2015. http://e.huawei.com/en/related-page/products/enterprise-network/switches/campus-switches/s12700/brochure/Switches_S12700
- [15] HUAWEI. 2009. *Products and Solutions*, <http://e.huawei.com/en/products-solutions>
- [16] Irawan, Budhi. *Jaringan Komputer*, Yogyakarta: Graha Ilmu. 2005

RIWAYAT HIDUP



Fauzan Zulfikar Faris adalah anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Eko Budi Wahyono dan Hanum Ariefiana yang lahir di Surabaya pada tanggal 30 Oktober 1992.

Penulis mengenyam pendidikan di SD Muhammadiyah IV Pucang Surabaya, SMPN 12 Surabaya. Setelah lulus dari jenjang sekolah menengah pertama, dilanjutkan ke SMAN 5 Surabaya. Pada tahun 2011 penulis resmi menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada program studi S1 Teknik Elektro dengan Program Studi Telekomunikasi dan Multimedia.

Penulis aktif di beberapa penelitian kampus dan berbagai organisasi intra maupun ekstra kampus. Penulis mengambil Tugas Akhir pada semester 8 Reguler namun Tugas Akhir tersebut tidak selesai dikarenakan penulis mendapat project di luar pulau yang mengharuskan penulis menetap disana selama satu semester. Penulis mengambil Tugas Akhir lagi di semester 9 Reguler mengenai jaringan kampus ITS dengan dosen pembimbing Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA. dan Ir. Gatot Kusrahardjo, M.T.

Email Penulis : fauzan.zulfikar@gmail.com

